COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-DIXIÈME.

JANVIER — JUIN 1880.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1880

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1ER JANVIER 1880.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

CHASLES (Michel) (C. ✻).
HERMITE (Charles) (O. ✻).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ✻).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ✻).
PUISEUX (Victor-Alexandre) (O. ✻).
BOUQUET (Jean-Claude) ✻.

SECTION II. — *Mécanique.*

MORIN (Le Général Arthur-Jules) (G. O. ✻).
SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ DE) (O. ✻).
PHILLIPS (Édouard) ✻.
ROLLAND (Eugène) (C. ✻).
TRESCA (Henri-Édouard) (O. ✻).
RESAL (Henry-Amé) ✻.

SECTION III. — *Astronomie.*

LIOUVILLE (Joseph) (C. ✻).
FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (C. ✻).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O. ✻).
LOEWY (Maurice) (O. ✻).
MOUCHEZ (Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ✻).
TISSERAND (François-Félix) ✻.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

PARIS (Le Vice-Amiral François-Edmond) (G. O. ✻).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Le Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✻).
DUPUY DE LÔME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✻).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✻.
YVON VILLARCEAU (Antoine-Joseph-François) ✻.
N. . . . .

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs

Fizeau (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✵).
Becquerel (Alexandre-Edmond) (O. ✵).
Jamin (Jules-Célestin) (O. ✵).
Berthelot (Marcelin-Pierre-Eugène) (C. ✵).
Desains (Quentin-Paul) (O. ✵).
Cornu (Marie-Alfred) ✵.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

Chevreul (Michel-Eugène) (G. C. ✵).
Fremy (Edmond) (C. ✵).
Wurtz (Charles-Adolphe) (C. ✵).
Cahours (Auguste-André-Thomas) (O. ✵).
Debray (Jules-Henri) ✵.
Friedel (Charles) ✵.

Section VII. — *Minéralogie.*

Daubrée (Gabriel-Auguste) (C. ✵).
Sainte-Claire Deville (Étienne-Henri) (C. ✵).
Pasteur (Louis) (G. O. ✵).
Des Cloizeaux (Alfred-Louis-Olivier Legrand) ✵.
Hébert (Edmond) (O. ✵).
Delesse (Achille-Ernest-Oscar-Joseph) (O. ✵).

Section VIII. — *Botanique.*

Tulasne (Louis-René) ✵.
Duchartre (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✵).
Naudin (Charles-Victor) ✵.
Trécul (Auguste-Adolphe-Lucien).
Chatin (Gaspard-Adolphe) (O. ✵).
Van Tieghem (Philippe-Édouard-Léon) ✵.

Section IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (G. O. ✻).
DECAISNE (Joseph) (O. ✻).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (C. ✻).
THENARD (Le Baron Arnould-Paul-Edmond) ✻.
BOULEY (Henri-Marie) (O. ✻).
MANGON (Charles-François-Hervé) (C. ✻).

Section X. — *Anatomie et Zoologie.*

EDWARDS (Henri Milne) (C. ✻).
QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (O. ✻).
BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ✻).
ROBIN (Charles-Philippe) ✻.
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (O. ✻).
EDWARDS (Alphonse Milne) ✻.

Section XI. — *Médecine et Chirurgie.*

CLOQUET (Le Baron Jules-Germain) (C. ✻).
BOUILLAUD (Jean) (C. ✻).
SÉDILLOT (Charles-Emmanuel) (C. ✻).
GOSSELIN (Athanase-Léon) (C. ✻).
VULPIAN (Edme-Félix-Alfred) O. ✻.
MAREY (Étienne-Jules) ✻.

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (O. ✻), pour les Sciences Mathématiques.

DUMAS (Jean-Baptiste) (G. C. ✻), pour les Sciences Physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

BUSSY (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✻).
LARREY (Le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✻).
COSSON (Ernest-Saint-Charles) ✻.
LA GOURNERIE (Jules-Antoine-René MAILLARD DE) (O. ✻).
BRÉGUET (Louis-François-Clément) (O. ✻).
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✻).
DU MONCEL (Le Comte Théodose-Achille-Louis) (O. ✻).
FAVÉ (Idelphonse) (G. O. ✻).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻).
LALANNE (Léon-Louis CHRÉTIEN) (C. ✻).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✻), à Londres.
WÖHLER (Frédéric) (O. ✻), à Göttingue.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.
AIRY (George-Biddell) ✻, à Greenwich.
TCHÉBICHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✻, à Genève.
S. M. Don PEDRO D'ALCANTARA, Empereur du Brésil.
THOMSON (Sir William), à Glascow.

CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph), à Baltimore.
WEIERSTRASS (Charles), à Berlin.
KRONECKER (Léopold), à Berlin.
SPOTTISWOODE (William), à Londres.
BORCHARDT (Carl-Wilhelm), à Berlin.

SECTION II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

CLAUSIUS (Julius-Emmanuel-Rudolph), à Bonn.
CALIGNY (Anatole-François HÜE, Marquis DE) ✻, à Versailles.
BROCH (Ole-Jacob), à Christiania.
BOILEAU (Pierre-Prosper) (O. ✻), à Versailles.
COLLADON (Jean-Daniel) ✻, à Genève.
DAUSSE (Marie-François-Benjamin) ✻, à Grenoble.

SECTION III. — *Astronomie* (16).

HIND (John-Russell), à Londres.
PETERS (C.-A.-F.), à Altona.
ADAMS (J.-C.), à Cambridge.
CAYLEY (Arthur), à Londres.
STRUVE (Otto-Wilhelm), à Pulkova.
PLANTAMOUR (Émile), à Genève.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
ROCHE (Édouard-Albert) ✻, à Montpellier.
HUGGINS (William), à Londres.
NEWCOMB (Simon), à Washington.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard) ✻, à Marseille.
OPPOLZER (Théodore D') (O. ✻), à Vienne.
HALL (Asaph), à Washington.
GYLDÉN (Jean-Auguste-Hugo), à Stockholm.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

LÜTKE (Amiral Frédéric), à Saint-Pétersbourg.
TCHIHATCHEF (Pierre-Alexandre DE) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
RICHARDS (Contre-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
LEDIEU (Alfred-Constant-Hector) (O. ✻), à Brest.
SABINE (Général Edward), à Londres.
NORDENSKIOLD (Nils-Adolf-Erik), à Stockholm.
CIALDI (Alexandre), à Rome.

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

PLATEAU (Joseph-Antoine-Ferdinand), à Gand.
WEBER (Wilhelm), à Göttingue.
HIRN (Gustave-Adolphe), au Logelbach.
HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand), à Berlin.
KIRCHHOFF (Gustave-Robert), à Heidelberg.
JOULE (James-Prescott), à Manchester.
BILLET (F.), à Dijon.
STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
LISSAJOUS (Jules-Antoine) (O. ✻), à Besançon.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg.
HOFMANN (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
FAVRE (Pierre-Antoine) ✻, à Marseille.
MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève.
FRANKLAND (Edward), à Londres.
DESSAIGNES (Victor), à Vendôme.
WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.
ZININ (Nicolas), à Saint-Pétersbourg.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.

Section VII. — *Minéralogie* (8).

MILLER (William Hallowes), à Cambridge.
KOKSCHAROW (Général Nicolas DE), à Saint-Pétersbourg.
STUDER (Bernard), à Berne.
LORY (Charles) ✻, à Grenoble.
CAILLETET (Louis-Paul) ✻, à Châtillon-sur-Seine.
SMITH (J. Lawrence), à Louisville (Kentucky).
ABICH (Guillaume-Germain), à Vienne.
FAVRE (Jean-Alphonse), à Genève.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

SCHIMPER (Guillaume-Philippe) ✻, à Strasbourg.
HOOKER (Jos. Dalton), à Kew.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
PLANCHON (Jules-Émile), à Montpellier.
BENTHAM (George), à Londres.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Comte DE) ✻, à Aix.
GODRON (Dominique-Alexandre) (O. ✻), à Nancy.
DUVAL-JOUVE (Joseph) ✻, à Montpellier.
GRAY (Asa), à Cambridge (Massachussets).
DARWIN (Charles-Robert), à Down, Beckenham (Kent), Angleterre.

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (Jean-Pierre-Louis) (O. ✻), à Rouen.
KUHLMANN (Charles-Frédéric) (C. ✻), à Lille.
PIERRE (Isidore) ✻, à Caen.
REISET (Jules) (O. ✻), à Écorchebœuf.
MARTINS (Charles-Frédéric) (O. ✻), à Montpellier.
VERGNETTE-LAMOTTE (le Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE), ✻ à Beaune.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
CORNALIA (Émile-Balthazar-Marie), à Milan.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Hertforshire).
MAC CORMIK, à Chicago (Illinois).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BENEDEN (Pierre-Joseph VAN), à Louvain.
SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest DE), à Munich.
BRANDT (Jean-Frédéric), à Saint-Pétersbourg.
LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.
MULSANT (Étienne) ✻, à Lyon.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven.
CARPENTER (Guillaume-Benjamin), à Londres.
JOLY (Nicolas), à Toulouse.
HUXLEY (Thomas-Henry), à Londres.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph DE), à Berlin.
BOUISSON (Étienne-Frédéric) ✻, à Montpellier.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✻), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ✻), à Téhéran.
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) ✻, à Lyon.
DONDERS (François-Corneille), à Utrecht.
SCHWANN (Théodore), à Liège.
PALASCIANO (Ferdinand-Antoine-Léopold), à Naples.

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

CHASLES,
DECAISNE,
Et les Membres composant le Bureau.

Changements survenus dans le cours de l'année 1879.

(*Voir* à la page 16 de ce volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JANVIER 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1880, lequel doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections de Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Wurtz obtient	55	suffrages.
M. Chevreul »	1	»

Il y a un bulletin blanc et deux bulletins nuls.

M. **Wurtz**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1880.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1880, et qui doivent être choisis, l'un dans les Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

Le nombre des votants étant 44,

M. Chasles obtient . . . . 39 suffrages.
M. Decaisne » . . . . 34 »

MM. Chasles et Decaisne, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission centrale administrative.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. Daubrée donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1880.

Volumes publiés.

Comptes rendus de l'Académie. — Le Tome LXXXVI (1er semestre 1878) et le Tome LXXXVII (2e semestre 1878) ont paru avec leur Table.

Les numéros de l'année 1879 ont été mis en distribution chaque semaine avec la régularité habituelle.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLI, renfermant les éloges historiques de Poncelet, Lamé, Balard et Le Verrier, une série de Mémoires de MM. Becquerel et le travail de M. Chevreul sur la vision des couleurs, a été mis en distribution le 8 novembre.

Mémoires des Savants étrangers. — Le Tome XXVI a paru en mai dernier. Il contient les Études sur le *Phylloxera vastatrix* de M. Max. Cornu, avec vingt-quatre Planches; le Mémoire de M. Halphen sur les points singuliers des courbes algébriques planes; l'annexe au Mémoire de M. Duclaux sur le Phylloxera, pour l'année 1877, avec une Planche; les recherches minéralogiques et géologiques sur les laves des dykes de Théra, de M. Fouqué, avec trois Planches; enfin, les observations de roulis et de tangage, faites avec l'oscillographe double, par M. Bertin, avec treize Planches.

Volumes en cours de publication.

Documents relatifs au Passage de Vénus. — La deuxième Partie du Tome II est sur le point d'être achevée. Cinquante-huit feuilles sont tirées; elles contiennent la météorologie de l'île Saint-Paul et les recherches géologiques faites à Aden, la Réunion, Amsterdam et Saint-Paul, par M. Vélain. Le Volume sera terminé par les Rapports de MM. Tisserand et Picard sur l'observation astronomique et photographique effectuée à Yokohama et par le Rapport de M. Héraud sur l'observation effectuée à Saïgon, dont les manuscrits viennent d'être remis à l'imprimerie.

Le Tome III est divisé, comme les précédents, en deux Parties. La première Partie renfermera les Mémoires de MM. Bouquet de la Grye et Filhol sur les travaux de la mission de l'île Campbell et ceux de MM. André et Angot sur les travaux de la mission de Nouméa. L'impression de ce Volume va être incessamment entreprise. La seconde Partie est en cours d'impression; elle a été réservée à ce qui se rapporte aux mesures des plaques photographiques obtenues par les observateurs. Le fascicule A, comprenant le résumé des études de la Sous-Commission chargée de la mesure des épreuves et les documents qui s'y rattachent, par MM. Fizeau et Cornu, est achevé et forme quinze feuilles, avec deux Planches gravées; le fascicule B, comprenant le résumé des études et des mesures exécutées avec la machine n° 1, par M. Cornu, est achevé et forme quatorze feuilles; le fascicule C, comprenant les mesures exécutées avec la machine n° 2, par M. Angot, est achevé et forme neuf feuilles; le fascicule D, comprenant les mesures exécutées avec la machine n° 3, par M. Baille, est achevé et forme seize feuilles.

Les fascicules E, F, qui doivent clore cette série de travaux, sont en préparation.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLII a seulement sept feuilles tirées. Elles renferment un Mémoire de MM. Becquerel sur la température de l'air à la surface du sol, recherches effectuées pendant l'année 1878.

L'imprimerie a épuisé sa copie.

Le Tome XLIII va être poussé activement. Il doit contenir le Mémoire de M. Yvon Villarceau sur l'établissement des arches de pont réalisant le maximum de stabilité.

Mémoires des Savants étrangers. — Le Tome XXVII a actuellement cin-

quante-cinq feuilles tirées. Les vingt-quatre premières feuilles sont réservées au Mémoire de M. Tresca sur le rabotage des métaux; les trente et une feuilles suivantes renferment le Mémoire de M. Darboux sur les solutions singulières des équations aux dérivées partielles du premier ordre.

Ce Volume se terminera bientôt par plusieurs Mémoires dont les manuscrits vont être envoyés à l'imprimerie.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1879.

Membres décédés.

Section de Géographie et Navigation : M. **de Tessan**, décédé le 30 septembre.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Paul Gervais**, décédé le 10 février.

Membres élus.

Section de Minéralogie : M. **Delesse**, le 6 janvier, en remplacement de M. **Delafosse**.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Alph. Milne Edwards**, le 7 avril, en remplacement de M. **P. Gervais**.

Académiciens libres : M. **Lalanne**, le 3 février, en remplacement de M. **Bienaymé**.

Membre à remplacer.

Section de Géographie et Navigation : M. **de Tessan**, décédé.

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1879.

Correspondant décédé.

Section d'Astronomie : M. **Mac-Lear**, au Cap de Bonne-Espérance, en août.

Correspondants élus.

Section de Mécanique : M. **Dausse**, à Grenoble, le 30 juin, en remplacement de M. le général **Didion**, décédé.

Section d'Astronomie : M. **Stephan**, à Marseille, le 24 février, en remplacement de M. **Hansen**, décédé; M. **d'Oppolzer**, à Vienne, le 12 mai, en remplacement de M. **Argelander**, décédé; M. **Asaph Hall**, à Washington, le 19 mai, en remplacement de M. **Santini**, décédé; M. **Gyldén**, à Stockholm, le 26 mai, en remplacement du R. P. **Secchi**, décédé; M. **Schiaparelli**, à Milan, le 2 juin, en remplacement de M. **Tisserand**, élu Membre titulaire.

Section de Physique : M. **Stokes**, à Cambridge, le 9 juin, en remplacement de M. **Angstrom**, décédé; M. **Lissajous**, à Besançon, le 23 juin, en remplacement de M. **R. de Mayer**, décédé.

Section de Minéralogie : M. **Lawrence Smith**, à Louisville, le 31 mars, en remplacement de sir **Charles Lyell**, décédé; M. **Abich**, à Vienne, le 7 avril, en remplacement de M. **Damour**, élu Académicien libre; M. **A. Favre**, à Genève, le 12 mai, en remplacement de M. **Leymerie**, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Lawes**, à Rothamsted Saint-Albans, le 7 avril, en remplacement de M. **de Vibraye**, décédé; M. **Mac-Cormick**, à Chicago, le 5 mai, en remplacement de M. **Chevandier de Valdrome**, décédé.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Huxley**, à Londres, le 2 juin, en remplacement de M. **de Baer**, élu Associé étranger.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Donders**, à Utrecht, le 9 juin, en remplacement de M. **Ehrmann**, décédé; M. **Schwann**, à Liège, le 21 juillet, en remplacement de M. **Rokitanski**, décédé; M. **Palasciano**, à Naples, le 11 août, en remplacement de M. **Lebert**, décédé.

Correspondant à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Mac-Lear**, au Cap de Bonne-Espérance, décédé en août.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Du mouvement engendré par la diffusion des gaz et des liquides.* Note de M. **H. Sainte-Claire Deville.**

« Si l'on prend un tube de platine ou d'acier fondus (¹), qu'on le remplisse d'hydrogène, qu'on le maintienne à une température constante supérieure à 1000° et qu'au moyen d'une enveloppe en porcelaine on entretienne autour de sa surface extérieure un courant d'azote, l'hydrogène quitte l'intérieur du tube métallique et le vide s'y produit à quelques millimètres près.

» Réciproquement, si l'on remplit avec de l'azote ce tube de platine ou d'acier maintenu à la même température, et si l'on met sa surface extérieure en contact avec un courant d'hydrogène, celui-ci pénètre au travers de la paroi métallique et, l'azote n'en sortant pas en quantité notable, la pression des deux gaz devient égale au double de la pression extérieure.

» Dans les deux cas, la paroi métallique paraît agir comme une pompe aspirante et foulante qui fait passer l'hydrogène dans l'enceinte où se trouve l'azote, produisant à volonté le vide complet et une pression de 2^{atm} qui permettraient d'élever l'eau à 20^{m} au-dessus de son niveau. Comme on le verra plus loin, la chaleur disparue pour effectuer ce travail n'est pas directement empruntée au foyer.

» Graham, qui avait eu grand'peine (il le dit de la manière la plus gracieuse pour M. Troost et pour moi) à admettre l'exactitude de nos expériences, les a répétées non seulement avec le platine et l'acier fondus, mais avec un tube de palladium, instrument unique et précieux qu'il devait à la libéralité bien connue de M. Matthey, de Londres. Je dois avouer que j'ai eu souvent quelque vanité pour avoir, avec M. Troost, appelé l'attention de ce grand et excellent homme de science sur une question dont il a su tirer son beau travail sur l'hydrogénium.

» A l'époque où ces faits ont été publiés, ils paraissaient avoir un carac-

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. LVII, p. 965 (1864), le Mémoire de MM. Sainte-Claire Deville et Troost, et la leçon sur la dissociation par M. H. Sainte-Claire Deville (*Leçons de la Société chimique*, Paris, 1866, Hachette).

tère mystérieux que j'espère leur avoir enlevé, en les comparant dans mes cours à des phénomènes bien connus et au moyen d'un appareil très simple. Cet appareil, facile à imaginer en grand, à reproduire en petit, se compose d'un tube en U fermé à l'une de ses extrémités (*fig.* 3) et à moitié rempli d'eau colorée dont le niveau est le même dans les deux branches du tube ; celui-ci est placé sous une cloche reposant sur une plaque de verre dépoli.

» On suppose que le tube et la cloche ont 10^m de haut; on suppose, en outre, qu'on entretienne dans la cloche un courant continu de gaz ammoniac (celui-ci représente l'hydrogène passant autour du tube de platine ou d'acier): l'un des phénomènes que j'ai exposés au commencement de cette Note se reproduira ici.

» L'ammoniaque se dissoudra dans l'eau du tube en U et, s'y propageant par diffusion, finira par la saturer entièrement à la pression ambiante, en se répandant également dans l'espace plein d'air de la branche fermée ; et là cette tension, s'ajoutant à celle de l'air que cette branche contient, deviendra égale à 2^{atm}, comme dans le tube métallique l'azote et l'hydrogène atteignent une pression de 2^{atm}.

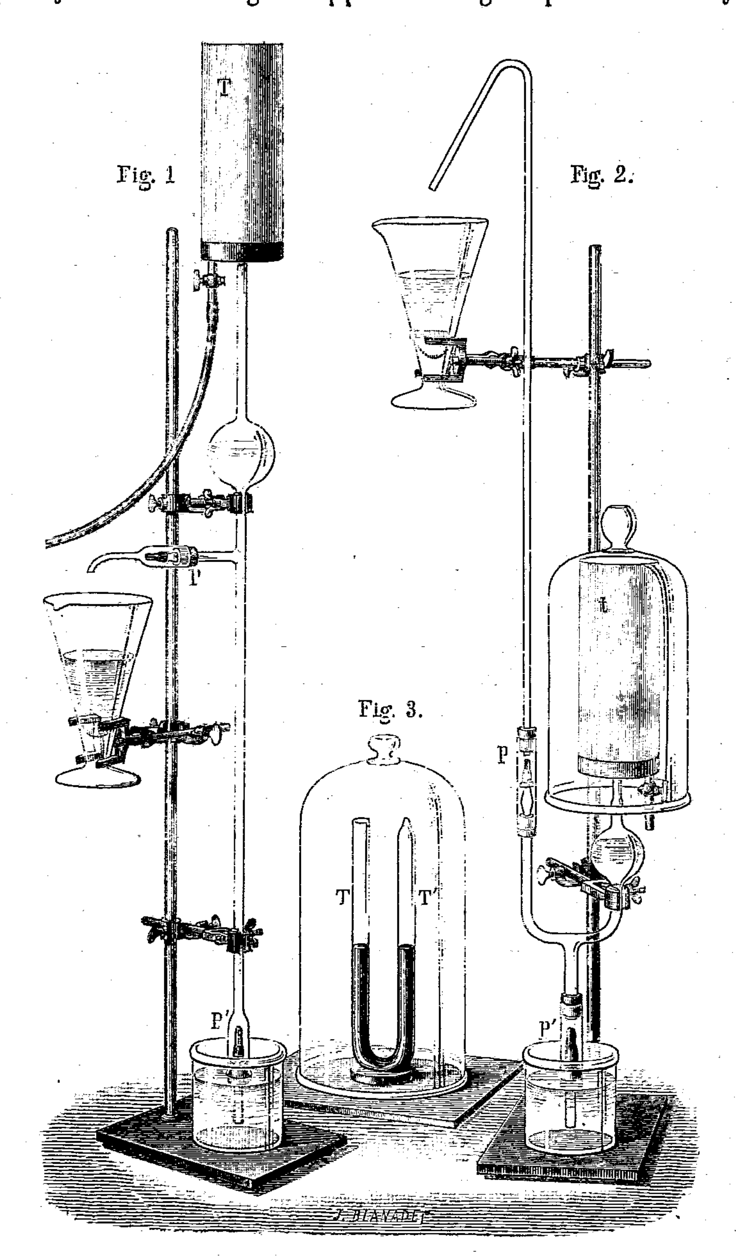
» Si, au contraire, on remplit de gaz ammoniac la branche fermée T' du tube en U et d'ammoniaque liquide et saturée la branche ouverte T, et si dans la cloche on fait passer un courant d'air, le gaz ammoniac quittera l'eau d'abord, puis la branche fermée, et le vide s'y fera comme dans la première expérience avec les tubes métalliques chauffés dans l'hydrogène.

» Tout devient donc simple si l'on assimile à la dissolution du gaz ammoniac dans l'eau la cause du passage de l'hydrogène au travers des tubes métalliques. Ceux-ci, remplis alternativement d'hydrogène et d'azote, comme le tube en U rempli alternativement d'eau ammoniacale et d'air, d'ammoniaque gazeuse et d'ammoniaque liquide, constitueraient des appareils qui, munis de robinets et de soupapes, permettraient de faire monter de l'eau à 20^m au-dessus de son niveau, machines qui ne sembleraient pas consommer de chaleur. Dans un Cours on ne peut réaliser une pareille expérience ; mais on peut, en sacrifiant l'intensité du phénomène, produire un effet pareil, non plus en utilisant la solubilité des gaz dans un solide (la diffusion chimique), mais la différence des vitesses du passage des gaz au travers d'un septum poreux (diffusion mécanique).

» Dans les premiers temps j'employais l'appareil de diffusion qui m'a servi à démontrer la dissociation de l'eau aux basses températures (¹);

(¹) Appareil à acide carbonique et hydrogène. Je ne puis citer ici ni Graham, ni

mais depuis j'ai utilisé l'élégant appareil imaginé par M. Debray, devenu



classique et fondé sur le même principe. Je l'ai transformé en machine en y ajoutant simplement des tubes de déversement et des soupapes (1).

M. Bunsen, ni même M. Jamin qui a fait lui aussi monter de l'eau avec la diffusion produite par l'hydrogène : il s'agit seulement de décrire ici une expérience de cours.

(1) Cet appareil a été construit par M. Alvergniat.

» Je n'ai pas assez de place pour la décrire et donner des détails sur son maniement. Je me contente de la figurer ici et de dire que, pour faire marcher l'une des machines, il suffit de couvrir le vase poreux de pile *t* (*fig.* 2) avec une cloche pleine d'hydrogène, qu'on enlève quand l'effet est produit et qu'on remplace par une autre pour donner à l'appareil une marche continue. Pour faire marcher l'autre machine, il suffit de remplir le vase de pile T (*fig.* 1) d'hydrogène au moyen du robinet, de le fermer et de le rouvrir alternativement lorsque cet hydrogène a rempli le vase de pile ou s'est exhalé au travers de sa paroi. Je donnerai cette description complète dans l'un des prochains cahiers des *Annales de l'École Normale supérieure* (1).

» On en conclut qu'il y a dans les gaz un principe de mouvement absolument inconnu, dont l'existence ainsi démontrée peut servir de point de départ pour enseigner l'hypothèse de Bernoulli (2), avec toutes les restrictions et les perfectionnements dont il faut aujourd'hui l'entourer, grâce aux travaux des principaux promoteurs de la Théorie mécanique de la chaleur. Je fais ainsi en Chimie ce que font les physiciens quand ils s'appuient sur les phénomènes des interférences pour exposer la théorie des ondulations.

» Tout ce que je viens de dire au sujet du mouvement intérieur dans les gaz s'applique aux liquides, et l'endosmomètre de Dutrochet peut être transformé en machine d'après le même principe. Quand on sépare de l'alcool et de l'eau par une membrane, l'alcool peut, dans l'appareil, s'élever spontanément à une grande hauteur au-dessus de son niveau (3), et le travail produit ne peut exister qu'à la condition qu'une diminution équivalente de température se manifeste dans le liquide intérieur. Il n'y a donc, à ce point de vue, aucune différence essentielle entre les gaz et les liquides, et cela se conçoit facilement, car il existe entre les gaz et les liquides tous les intermédiaires possibles.

» Parmi les propriétés communes aux liquides et aux gaz et impliquant un mouvement intérieur, je trouve encore la faculté de se dissocier. C'est en combinant cette faculté avec la diffusibilité que l'on arrive à décomposer des combinaisons cristallisables et nettement définies, comme l'alun, le sesquichlorure de fer (4), et un grand nombre d'autres substances, à

---

(1) Paris, Gauthier-Villars.

(2) Voyez M. Briot, *Théorie mécanique de la chaleur*, p. 162. Paris, Gauthier-Villars.

(3) Bien plus grande encore dans les expériences de M. Jamin sur la capillarité.

(4) *Voir* le travail de M. Debray sur la dissociation des sels de sesquioxyde de fer (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 913).

l'aide d'une simple membrane de dialyseur, comme on décompose la vapeur d'eau vers 1000° au moyen d'un simple tube poreux (¹).

» Les phénomènes de diffusion ou d'endosmose ne peuvent se manifester dans les liquides qu'à la condition que ceux-ci se dissolvent entre eux. Or les gaz sont tous diffusibles les uns dans les autres. Cette diffusion n'est-elle pas une simple dissolution, et ne convient-il pas d'en rechercher les conditions thermiques dans les gaz? C'est une question que je pose à nos jeunes mécaniciens.

» Enfin, la transition des liquides aux solides s'effectuant par une série continue d'états intermédiaires, quelles sont les propriétés des gaz et des liquides qui appartiennent en même temps aux solides? D'abord, pour ceux-ci, la faculté de dissoudre les gaz, comme on vient de le voir. Ce fait et la belle découverte faite par M. Dumas de l'oxygène dans l'argent laminé établissent entre toutes les formes de la matière une analogie qui sera développée, j'espère, par ceux que la Mécanique chimique intéresse. »

CHIMIE. — *Sur l'hydrure de cuivre. Réplique à M.* Berthelot; par M. **Ad. Wurtz**.

« Je constate avec plaisir que *la substance désignée sous le nom d'hydrure de cuivre* (²) est redevenue l'hydrure de cuivre, au moins dans le titre de la nouvelle Note de M. Berthelot. Dans la première, mon savant confrère avait attribué à l'hydrure de cuivre une composition complexe et l'avait envisagé comme « une sorte d'hydroxyde phosphaté de cuivre ». Dans la seconde, il admet que le « prétendu hydrure de cuivre *renferme les éléments du phosphate de cuivre* ». L'une et l'autre assertion sont mal fondées. L'hydrure de cuivre ne renferme pas les éléments du phosphate de cuivre : il contient accidentellement, à l'état de simple mélange, une petite quantité de phosphate de cuivre et il peut n'en renfermer que des traces, comme on le verra plus loin : le phosphore et l'oxygène ne sont donc pas

(¹) Pour cela il suffit qu'une fraction aussi petite que l'on voudra de la matière elle-même soit décomposée ou susceptible d'être décomposée à la température à laquelle on agit. C'est pourquoi les phénomènes de diffusion, soit dans les liquides, soit dans les gaz, peuvent caractériser la dissociation et non la décomposition, confusion qu'il n'est plus permis de aire aujourd'hui et qui se commet pourtant tous les jours, tant l'étude de la Mécanique chimique est quelquefois négligée.

(²) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 1097.

inhérents à sa constitution, fait qui ressort avec évidence du mode de formation découvert par M. Schützenberger. Il n'importe que ce chimiste n'ait pas analysé l'hydrure de cuivre précipité du sulfate par l'acide hydrosulfureux : il est assez habile pour distinguer le cuivre de l'hydrure de cuivre. Mon savant contradicteur veut des analyses. Voici celles qui ont été publiées par M. Van der Burg ([1]).

» I. En traitant un échantillon par 6^{cc} d'acide chlorhydrique d'une densité de 1,19, on a dégagé 94^{cc} d'hydrogène (non corrigé). La moitié du gaz (l'autre moitié provenant de l'acide chlorhydrique) = $0^{gr},0042065$. D'autre part, on a obtenu $0^{gr},0112$ de $Mg^2P^2O^7$ et $0^{gr},3752$ $CuO = 0^{gr},2996$ de cuivre métallique. Si l'on défalque de cette quantité de cuivre celle qui était contenue dans le phosphate ($HCuPhO^4$) et qui est égale à $0^{gr},0069$ ([2]), il reste $0^{gr},2952$ de cuivre combiné à l'hydrogène, ce qui établit la composition de l'hydrure de cuivre comme il suit :

Cuivre	98,59
Hydrogène	1,41

» II. Dans une autre préparation, on a obtenu 75^{cc} d'hydrogène (non corrigé) dont la moitié = $37^{cc},5 = 0^{gr},0035625$ H; — $0^{gr},0152$ de pyrophosphate de magnésie; — $0^{gr},2377$ de cuivre métallique. Si de cette quantité de cuivre on retranche celle qui était contenue à l'état d'hydrophosphate, c'est-à-dire $0^{gr},0087$ ([3]), on trouve que $0^{gr},2290$ de cuivre étaient combinés avec l'hydrure. Ce dernier renfermait donc :

Cuivre	98,56
Hydrogène	1,44

» III. Lorsqu'il s'est déposé à la température ordinaire, au bout de quelques jours, du sein de solutions étendues (la formation de l'hydrure de cuivre n'étant pas terminée), le produit ne renferme que *de faibles traces de phosphate de cuivre* ([4]).

([1]) *Maandblad*, t. VII, p. 106.

([2]) Je fais remarquer que la proportion de cuivre combinée à l'état de phosphate représente seulement 2,1 pour 100 de la quantité de cuivre combiné à l'hydrogène, et correspond à 5,2 pour 100 de phosphate de cuivre.

([3]) La proportion de cuivre combinée à l'état de phosphate représente 3,7 pour 100 de la quantité de cuivre combinée à l'hydrogène et correspond à 8,5 pour 100 de phosphate de cuivre.

([4]) « Was het praeparat slechts met zeer geringe sporen van koperphosphaat verontreinigd. »

» Dans deux analyses on y a trouvé :

Cuivre	98,53	98,51
Hydrogène	1,47	1,49

» La formule Cu^2H^2 exige :

Cuivre	98,45
Hydrogène	1,55

» Je n'insiste pas : ce qui précède démontre que l'hydrure de cuivre continuera à « figurer dans la Science ». Ce n'est pas, il est vrai, un hydrure comme les autres, car il possède des propriétés spéciales et remarquables, et j'ai fait une trouvaille heureuse en le découvrant il y a trente-six ans. Je remercie M. Berthelot d'y avoir appelé l'attention. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation de l'hydrate de chloral. Réplique à M.* Berthelot; par M. **Ad. Wurtz.**

« Cette chaleur de formation est nulle selon moi, car, ayant répété vingt fois mes expériences dans des conditions différentes, je n'ai jamais observé la moindre élévation de température à la rencontre des deux vapeurs.

» L'expérience est qualitative (¹), cela est vrai; mais, pour déterminer une quantité de chaleur, il est nécessaire de constater une différence de température, quelque faible qu'elle soit, et, dans le cas présent, elle ne serait pas si faible que M. Berthelot veut bien le dire, si la chaleur de combinaison des deux vapeurs était égale à 2^{cal}. Dans mon ancien appareil, elle eût dû s'élever, d'après ses propres calculs, à 1° environ : elle n'a pas été de $\frac{1}{20}$ de degré. En construisant mon nouvel appareil, j'ai tenu compte de deux objections qu'il m'a faites : 1° l'enceinte est refroidie par le bain; 2° la combinaison n'est pas instantanée. Dans l'appareil à double enceinte dont lui-même a recommandé l'emploi, l'extérieure n'est pas en contact avec le

(¹) M. Berthelot mentionne les résultats variables que j'ai obtenus dans mes expériences *qualitatives* sur l'amylène et l'acide bromhydrique. J'ai indiqué dans ma Note les causes de ces variations. On peut y en ajouter une nouvelle aujourd'hui, car on sait que l'amylène ordinaire n'est pas un corps homogène.

Qu'il me permette de lui rappeler, à mon tour, les variations de ses déterminations *quantitatives*. J'ai montré récemment que les résultats qu'il a obtenus, pour la détermination de la chaleur de combinaison de l'hydrate de chloral à l'état de vapeur, varient du simple au double, suivant les chiffres que l'on prend parmi ceux qu'il a donnés.

bain et les gaz passent de l'une dans l'autre, circonstance qui prolonge leur contact avec la paroi qui les sépare toutes deux et qui peut communiquer par rayonnement sa chaleur au thermomètre. Dans ces nouvelles conditions, je n'ai pas observé la moindre élévation de température, alors que le bioxyde d'azote, mêlé de vingt fois son volume d'azote, a donné lieu, à 69°, à une élévation de température de 3°, 2, l'expérience ayant été faite pour éprouver la sensibilité de l'appareil. Je sais bien que dans ces conditions on ne peut pas répondre d'une variation de $\frac{1}{10}$ de degré dans la température du bain, mais je suis certain du chiffre de 3°, car, l'expérience terminée, le thermomètre a baissé, dans l'espace de dix minutes, autant qu'il avait monté.

» A 100° c'est autre chose : la température d'une certaine masse d'eau en vive ébullition se maintient constante, à la même pression. C'est à cette température qu'ont été faites les expériences sur les vapeurs de chloral anhydre et d'eau. D'après le calcul même de M. Berthelot, la rencontre de ces vapeurs devrait donner lieu à une élévation de température égale à celle que donneraient le bioxyde d'azote et l'oxygène délayés de trente fois leur volume d'un gaz inerte. En conséquence, j'aurais dû constater dans mon appareil une élévation de température de 2° au moins. Cette élévation a été nulle, et je puis affirmer que l'enceinte, *profondément immergée dans le bain*, a pris exactement la température de ce dernier. Après avoir éprouvé la sensibilité de mon appareil, j'ai donc répondu à toutes les objections de M. Berthelot.

» Loin de moi l'idée de mettre en doute la sincérité de sa conviction, mais j'avoue que je la croyais un peu ébranlée. De quoi s'agit-il dans ce débat ? L'hydrate de chloral, dont la molécule se résout en 4^{vol} de vapeur, existe-t-il dans cette vapeur à l'état de combinaison ou de mélange ? J'ai énuméré, dans ma réponse à M. Deville, les raisons *multiples* qui démontrent que cette vapeur est un mélange. M. Berthelot ne partage pas cette manière de voir. Dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1878, en parlant de l'hydrate de chloral, rangé entre le chloral anhydre et l'acide formique, il dit, dans une note de la page 566 : « Ce corps occupe à l'état gazeux $44^{lit},69$, soit 8^{vol} » (4^{vol} dans la notation atomique).

» Dans l'*Annuaire* pour 1879, cette note a disparu. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur une Communication récente, relative au réseau photosphérique;* par M. J. JANSSEN.

« Je lis dans les *Comptes rendus* du 8 décembre dernier une Note de dom Lamey ([1]), dans laquelle l'auteur affirme avoir observé le *réseau photosphérique* sur le disque solaire du 16 novembre dernier, avec une lunette de 6 pouces.

» Voici le passage en question :

« En publiant l'an dernier, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, un spécimen de ses belles photographies solaires, M. Janssen annonçait que l'existence du *réseau photosphérique*, révélée par elles, ne pouvait être reconnue par l'observation directe à l'œil. Or, le 16 novembre dernier, comme j'essayais sur le Soleil l'équatorial de 6 pouces nouvellement acquis pour l'observatoire du prieuré de Grignon (Côte-d'Or), je pus parfaitement reconnaître que la tache existant alors au côté gauche supérieur était entourée d'une région réticulée. Ce réseau, plus étendu à gauche de la tache, lui était intimement lié; il cessait d'être perceptible au delà de deux ou trois fois son diamètre. Vu sous un faible grossissement, l'aspect cratériforme était manifeste; on voyait un bourrrelet lumineux à courbure plus ou moins circulaire, imitant assez bien ces cratères de la Lune qui se trouvent accolés l'un à l'autre. Une autre région réticulée se voyait également au bord inférieur de gauche; les nuages, du reste, ne permirent pas de suivre longtemps l'observation. Je regrette de ne pouvoir faire actuellement usage de notre instrument; ce serait pourtant le moment d'étudier la corrélation qui existe entre les taches et le réseau, maintenant justement que la période undécennale de l'apaisement de la surface solaire est à son terme. En effet, si, comme il est probable, les apparences cratériformes du réseau ne sont que la trace d'immenses bulles de vapeur venant crever la surface de la photosphère ([1]), les taches étant des ouvertures donnant un passage permanent à une plus grande quantité de gaz, il sera facile de voir si l'hypothèse est vérifiée par le fait d'un maximum d'intensité du réseau aux endroits où les taches vont apparaître ou viennent d'apparaître.

» Le Dr Van Monckhoven m'a montré, à cette occasion, une épreuve photographique du disque solaire qu'il a obtenue, il y a deux ans environ, avec son petit photohéliographe de 2 pouces d'ouverture; sauf vers le centre, elle montre très nettement cette apparence réticulée, ou mieux cratériforme, de la surface. Ainsi donc le réseau n'est pas d'une nature si délicate qu'il ne puisse être perceptible soit par l'observation directe de l'œil, soit par de petites épreuves photographiques. J'ajouterai que, pour l'observation directe, je me servais d'un oculaire polariscopique de Merz. »

([1]) Le même auteur, le Père M. Lamey, a publié l'an dernier, dans les *Comptes rendus* (t. LXXXVI, p. 312), une Communication sur le même sujet.

([2]) *Comptes rendus*, séance du 4 février 1878; *ibid.*, t. LXXXIX, n° 23; 1879.

» La lecture de cette Note montre de suite que le P. M. Lamey s'est mépris complètement sur la signification du phénomène qu'il a observé. Nous avons précisément obtenu à l'Observatoire de Meudon une photographie du Soleil du 16 novembre, et j'ai pu m'assurer en un instant que l'aspect réticulé de la région entourant la tache est simplement dû à de belles *facules*. Cet aspect réticulaire produit par les facules a été reconnu depuis longtemps; il est bien familier à toutes les personnes qui observent un peu cet astre, mais il n'a rien de commun avec le phénomène que les grandes photographies solaires ont révélé et que j'ai nommé *réseau photosphérique*. Tandis que le réseau photosphérique est constitué par l'ensemble des points où la granulation solaire est perturbée par les courants ascendants d'hydrogène, les facules sont dues à des masses gazeuses qui surmontent la région granulée : le premier phénomène se passe dans la couche photosphérique elle-même; le second se produit au-dessus d'elle : le réseau se perçoit surtout dans les parties centrales du disque; les facules, au contraire, ne sont aisément visibles que sur les bords.

» Le réseau photosphérique étant constitué par l'ensemble des points où la granulation solaire est modifiée, il est clair que le phénomène ne peut être visible que dans les instruments qui montrent bien cette granulation, c'est-à-dire dans les grands instruments munis d'oculaires puissants; mais on sait que dans ces circonstances le champ embrassé par la vue est extrêmement limité, tellement limité, qu'il est impossible d'embrasser une étendue de la surface solaire suffisante pour reconnaître l'existence du réseau. C'est là ce qui explique comment un phénomène aussi capital a constamment échappé, depuis plus de deux siècles et demi, aux observateurs, parmi lesquels il y eut tant d'hommes de génie. Il en est tout autrement de la Photographie. En suivant la méthode que nous avons indiquée, elle donne des images où la granulation a une netteté qui ne peut être atteinte par les plus grands instruments, et, ces images embrassant le disque entier de l'astre, elle nous permet d'y constater l'ensemble des modifications que la granulation peut subir. Mais il faut, bien entendu, que la grandeur des images solaires permette de voir nettement la granulation, ce qui exige des images d'au moins $0^m,18$ à $0^m,20$. Nous voyons, d'après ces données, que les photographies solaires du D[r] Van Monckhoven, dont parle le P. Lamey, ne peuvent montrer le véritable réseau photosphérique.

» La découverte du réseau photosphérique est due à la Photographie, et elle ne pouvait être faite que par son intervention, pour les raisons que nous venons de donner. Ce phénomène n'est réellement bien visible

que sur les photographies de $0^m,25$ à $0^m,30$ de diametre. Si le P. Lamey affirme le contraire, c'est qu'il a confondu avec le véritable réseau photosphérique un phénomène tout différent, produit par les facules, et qui n'est visible que près des bords de l'astre. »

VITICULTURE. — *Du traitement des vignes phylloxérées.* Note de M. **H. Marès.**

« Le traitement des vignes phylloxérées devient d'autant plus difficile que la sécheresse du sol est plus grande et que, selon la nature des terrains, elle pénètre plus profondément dans ses couches inférieures. Dans la région méditerranéenne de la France, l'année 1877-78, dont l'hiver entier se passa sans pluie après un été et un automne des plus secs, en est un récent exemple.

» En pareil cas, la plupart des traitements par les insecticides et par les engrais sont entravés et donnent des résultats insuffisants. Les sécheresses prolongées qui pénètrent jusque dans les sous-sols étant un des plus grands obstacles à la diffusion régulière des agents insecticides, une grande quantité d'insectes échappent à leur action; en même temps elles paralysent la végétation des ceps, l'émission des chevelus et le développement des jeunes racines; elles entravent l'action réparatrice des engrais, la décomposition de ces derniers ne se faisant plus en temps utile et leur présence aggravant pour la plante les effets de la chaleur et de la dessiccation du sol.

» Les terrains assez bien situés pour être soustraits à cette influence des longues sécheresses, soit par l'irrigation, soit par leur composition, soit parce qu'ils jouissent d'un climat plus humide, sont aussi ceux dans lesquels les insecticides réussissent le mieux; aussi les canaux d'irrigation, dont l'extrême Midi réclame avec tant d'insistance la construction, auront-ils une heureuse influence sur la viticulture, non seulement par les submersions, là où elles pourront donner d'utiles résultats, mais encore par l'humidité dont la présence de canalisations situées sur des niveaux élevés pénétrera les terrains inférieurs.

» Dans tous les cas, on ne saurait trop apprécier les méthodes qui permettent de diffuser sûrement dans le sol les agents insecticides, au moyen de l'eau, et de les faire pénétrer ainsi dans les couches profondes au contact des grosses racines. Elles sont d'autant plus avantageuses qu'elles peuvent être appliquées sans inconvénient et sans danger pour la vigne à toutes les époques de la végétation, et notamment pendant les chaleurs,

lorsque le sol devient trop dur pour être facilement percé. Elles permettent alors, non seulement de détruire de grandes quantités d'insectes, et parmi eux les plus dangereux, comme les nymphes du Phylloxera ailé, mais encore de stimuler la végétation de la vigne en lui apportant l'humidité nécessaire.

» C'est à ce point de vue que l'emploi des sulfocarbonates de potassium, dissous dans de fortes proportions d'eau et amenés au pied des ceps au moyen des appareils de distribution de MM. Mouillefert et Hembert, m'a donné des résultats qui permettent d'espérer des effets décisifs dans les terrains où leur application sera soutenue assez longtemps et dans les vignes dont la désorganisation ne sera pas trop avancée.

» Ce même emploi, combiné avec les traitements exécutés en hiver avec le sulfure de carbone, tandis que le sulfocarbonate est plus spécialement réservé pour les traitements d'été, m'a donné de remarquables résultats en 1878 et en 1879, et je compte le développer en 1880.

» Un demi-traitement au sulfocarbonate de potassium, concentré autour même du tronc des ceps, complète très heureusement une application de sulfure de carbone, en détruisant sous les écorces les insectes qui s'y réfugient et qui échappent aux vapeurs du toxique. Il permet aussi de mieux ménager la vigne, en plaçant plus loin du tronc lui-même et des grosses racines les trous d'injection.

» A la suite de la longue sécheresse de 1877-78, les vignes auxquelles j'appliquai les traitements insecticides étaient tombées dans le plus triste état et paraissaient devoir périr. Je les avais cependant traitées, les unes, en hiver, au sulfure de carbone, à raison de 22^{gr} par mètre carré, les autres, au printemps, par le sulfocarbonate de potassium, à raison de 500^{kg} par hectare et de 160^{mc} d'eau; mais les traitements n'avaient pas été réitérés en été, faute d'eau; quelques faibles parcelles avaient seules reçu, comme expérience, le traitement d'été, qui leur fut très favorable.

» Ayant creusé en 1878 des puits dans lesquels j'ai trouvé d'assez fortes sources, j'ai pu renouveler mes traitements en 1879, mais en les divisant en deux applications, l'une au mois d'avril, l'autre de fin juillet à fin août.

» J'ai employé pour chaque traitement 250^{kg} de sulfocarbonate et 150^{mc} d'eau par hectare. La dépense par hectare a été de :

Sulfocarbonate................	250^{fr}
Appareils....................	60
Main-d'œuvre.................	30
Charbon et chauffeur..........	10
	350

» Je compte comme dépense culturale les légers déchaussements pratiqués autour des ceps, pour retenir l'eau des arrosages, et l'engrais qui a suivi le premier traitement de printemps.

» En 1877, après trois applications de sulfure de carbone ou de sulfocarbonate, au pal, en mars, fin avril ou mai et commencement de juin, j'avais reconnu, à partir de la fin de juillet, une multiplication de Phylloxeras très considérable. Le nombre des insectes s'était cependant montré fort réduit les mois précédents. Les mêmes faits s'étaient renouvelés en 1878, après une seule application faite au printemps (mars-avril) pour le sulfocarbonate de potassium, et en hiver (février) pour le sulfure de carbone. Il en résultait la perte de la majeure partie des nouvelles racines formées dans le cours de la saison et une aggravation dans l'état des anciennes.

» En 1879, le Phylloxera s'est montré assez rare sur les racines jusqu'au milieu de juillet; mais, à partir de cette époque, le phénomène de multiplication du Phylloxera, que j'avais observé les années précédentes et qu'on désigne sous le nom de *réinvasion d'été*, s'est de nouveau produit.

» La principale cause de ce phénomène me paraît être, plus particulièrement, la simple pullulation sur place du Phylloxera, lorsque les circonstances deviennent favorables.

» En effet, malgré une recherche assidue, chaque année, de l'œuf d'hiver, sur les ceps de mes vignes, je n'ai jamais pu l'y découvrir. On sait d'ailleurs que ce fait est général dans les vignobles du Midi. En outre, je n'ai encore rencontré des galles phylloxériques sur les feuilles de nos cépages français qu'en juillet 1877, et seulement au contact de feuilles de vignes américaines couvertes de galles; l'infection des ceps français était donc absolument locale et bornée à un très petit nombre de souches. En 1878 et en 1879, de même que dans les années antérieures à 1877, je n'ai trouvé de galles ni sur les ceps américains ni sur les ceps français.

» Mes vignes étant uniformément et complètement envahies par le Phylloxera, depuis les années 1873, 1874 et 1875, j'ai toujours vu pendant l'été les multiplications de l'insecte s'y faire régulièrement. Les parcelles qui n'ont pas été défendues sont mortes après la deuxième ou après la troisième année; celles qui ont été soutenues par des engrais mélangés de sels de potasse ont résisté de trois à cinq ans, et même plus, selon la profondeur et la nature du sol.

» C'est toujours en juillet et août, aux jours les plus chauds de l'année, que j'ai observé la plus grande prolifération de Phylloxeras, laquelle se prolonge ensuite fort avant, dans l'automne, quand cette saison est chaude et sèche, comme en 1874, 1876, 1877.

» Les déplacements du Phylloxera dans la vigne même se font alors à la fois par la surface du sol, comme l'a observé M. Faucon, et aussi dans son épaisseur, car souvent on trouve là terre pleine de ces insectes à une profondeur de $0^m,05$, $0^m,10$ et $0^m,15$, et quelquefois beaucoup plus bas.

» Ces insectes, observés au microscope, m'ont presque toujours présenté, sur leurs antennes, la troncature caractéristique du Phylloxera issu des générations nourries sur les racines.

» On s'explique d'ailleurs que la grande prolifération du Phylloxera se fasse plus particulièrement dans les mois secs et chauds, parce que c'est alors seulement que le sol s'échauffe jusque dans ses profondeurs, et qu'il acquiert une uniformité de régime et de température qui ne se rencontre pas au même degré dans les autres saisons. A la fin d'août 1877, à $0^m,40$ de profondeur, après un mois de sécheresse, je constatais dans le sol des températures variant de 28° à 30°. Ces mêmes températures se sont maintenues pendant le mois de septembre, tant qu'ont duré les sécheresses et les chaleurs; elles restaient encore supérieures à 20° une partie du mois d'octobre.

» Dans les climats à pluies estivales, la température du sol est moins élevée et moins uniforme, et la prolifération du Phylloxera n'y acquiert ni l'intensité ni l'uniformité qu'on observe dans les vignobles des départements riverains de la Méditerranée; mais dans les étés secs et prolongés, qui sont ceux des années à bon vin, les mêmes circonstances peuvent se présenter et entraîner la perte des vignes déjà phylloxérées.

» Dans les vignobles comme ceux du Midi, où l'on ne trouve pas l'œuf d'hiver, et où les Phylloxeras à antennes fusiformes m'ont toujours paru en nombre réduit par rapport aux autres, il semble bien difficile de pouvoir apprécier exactement le rôle de l'œuf d'hiver dans le phénomène qu'on désigne sous le nom de *réinvasion d'été*. Il doit y contribuer, mais il me paraît au moins douteux qu'il en soit la cause principale. Que l'œuf d'hiver soit l'origine des colonies nouvelles par lesquelles s'infectent peu à peu les vignobles, c'est probable, sinon certain; mais, quand l'infection est devenue générale, il suffit des individus déjà répandus partout pour couvrir facilement tout le vignoble de nouvelles générations malfaisantes, dès qu'ils rencontrent des conditions de multiplication suffisantes. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. *de Tessan*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 60,

M. F. Perrier obtient	35	suffrages.
M. Bouquet de la Grye obtient ...	25	»

M. F. **Perrier**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Am. Chassagne** adresse, pour le Concours du prix de Statistique (fondation Montyon), un Mémoire intitulé : « Statistique du développement du corps humain (volume, dynamique et poids) par les exercices gymnastiques pratiqués à l'École normale militaire de gymnastique de Joinville-le-Pont (Seine) ».

(Renvoi à la Commission du prix de Statistique.)

M. **Gachassin-Lafite** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Alph. Milne Edwards** est adjoint à la Commission nommée pour juger le Concours du grand prix des Sciences physiques.

CORRESPONDANCE.

MÉTÉOROLOGIE. — *L'acide carbonique de l'air, dans ses rapports avec les grands mouvements de l'atmosphère.* Note de M. **Marié-Davy**.

« Les observations météorologiques ordinaires ne nous font guère connaître l'état de l'atmosphère que dans sa partie voisine du sol. Le baro-

mètre, il est vrai, a une portée plus grande ; ses indications sont liées à l'état dynamique de l'air dans la région où on l'observe ; mais, pour que cet état nous apparaisse avec quelque netteté, il est nécessaire de réunir des observations barométriques relevées simultanément sur de grandes surfaces.

» On peut se demander si la composition de l'air et la variation des éléments accidentels qu'on y rencontre ne pourraient pas, de leur côté, fournir quelques renseignements utiles sur les mouvements généraux de l'atmosphère et sur les changements de temps qui résulteront de la modification de leurs allures. Nous possédons, à Montsouris, près de quatre années d'analyses faites chaque jour à midi par M. Albert Lévy et son aide, M. Allaire, à l'aide de procédés qui depuis l'origine n'ont subi aucune modification sérieuse. Il nous a paru que cette série, déjà longue, pourrait donner un premier aperçu des relations qui peuvent exister entre la composition de l'air et ces allures de la circulation atmosphérique en Europe que nous aurions tant d'intérêt à suivre dans leurs transformations. Je ne m'occuperai, dans cette première Note, que de l'acide carbonique.

» Les résultats quotidiens obtenus par M. Albert Lévy et son aide, M. Allaire, sont insérés chaque mois dans les *Comptes rendus*. On peut y voir que la quantité de gaz carbonique trouvée dans 100 000 parties d'air en volume oscillent entre 22 et 36. Notre première pensée a été d'attribuer ces variations à l'influence de l'agglomération parisienne, qui est une source abondante d'acide carbonique, tandis que les bois et les champs cultivés sont, du moins pendant la végétation, une cause également active de disparition du même acide. Mais, contrairement à cette opinion, il se trouve que, en moyenne, les vents des régions nord qui soufflent de Paris sur le parc de Montsouris renferment moins d'acide carbonique que les vents des régions sud arrivant directement de la campagne. L'influence locale est donc dominée par une autre influence d'un ordre plus élevé. Généralement, les vents de sud ou sud-ouest sont des vents rasant la surface du sol, tandis que les vents de nord ou nord-est sont des vents plongeant des hauteurs de l'atmosphère vers la surface de notre pays. Si l'on peut supposer que l'acide carbonique se trouve en plus grande proportion dans l'air *au-dessous* qu'*au-dessus* de la couche des nuages, le fait signalé trouve son explication naturelle. Quoi qu'il en soit, voici le Tableau des moyennes mensuelles d'acide carbonique trouvé par M. Albert Lévy et son aide d'avril 1876 à décembre 1879 :

Moyennes des volumes, en litres, d'acide carbonique renfermé dans 100^{mc} *d'air du parc de Montsouris.*

	1876.	1877.	1878.	1879.		1876.	1877.	1878.	1879.
Janvier.....	»	28,0	33,3	35,6	Juillet.....	26,1	27,7	34,2	34,6
Février.....	»	28,2	33,5	35,7	Août......	»	26,7	35,0	33,3
Mars......	»	27,6	32,2	35,7	Septembre..	»	28,0	34,7	33,0
Avril......	26,9	27,0	33,1	35,8	Octobre....	31,3	26,9	35,3	30,4
Mai.......	24,9	27,8	35,9	35,6	Novembre..	30,7	30,8	35,4	25,5
Juin.......	25,6	28,0	35,1	35,6	Décembre..	28,0	34,4	35,5	24,4

» On y peut distinguer trois périodes successives. Dans la première, s'étendant jusqu'à novembre 1877, la proportion d'acide carbonique reste généralement au-dessous de la moyenne et, quelquefois, descend très bas. Dans la deuxième, allant de décembre 1877 à septembre 1879, la proportion d'acide carbonique est, au contraire, toujours notablement supérieure à la moyenne. Une troisième période commence en octobre 1879, caractérisée, comme la première, par une grande faiblesse relative dans la proportion d'acide carbonique. Cette faiblesse est remarquable même, en décembre dernier. Au point de vue de la Météorologie agricole, la deuxième période est une période de temps humides avec prédominance du courant équatorial sur la France. Elle comprend deux années de mauvaises récoltes. La première période, au contraire, est caractérisée par une moindre extension du courant équatorial, par des temps moins humides et par de meilleures récoltes. L'avenir nous apprendra quels seront la durée et les caractères de la troisième. Si l'on entre dans le détail des faits de chacune de ces périodes, on y voit souvent la girouette s'orienter alternativement dans toutes les directions sans que l'on puisse constater de changements bien nets dans la proportion d'acide carbonique. Il en est de même du baromètre, du thermomètre, de l'hygromètre. La pluie elle-même n'a qu'une action très confuse sur la proportion d'acide. Ainsi que je crois l'avoir démontré depuis 1864, il faut, en effet, bien distinguer le courant équatorial dont l'ampleur et la trajectoire oscillent lentement à la surface de l'Europe, et les mouvements tournants que ce grand courant charrie sans cesse dans son cours. C'est à ces derniers surtout que sont dus les changements de la girouette, du baromètre, du thermomètre, de l'hygromètre, tandis que c'est du premier que dépendrait la proportion d'acide carbonique.

» Il n'en est plus de même du degré d'éclairement du ciel, et le Tableau suivant met en évidence les rapports généraux qui unissent le degré actino-

métrique moyen à la proportion d'acide carbonique; ils varient en sens opposé l'un de l'autre, et, comme l'acide carbonique n'a par lui-même aucune action sur la transparence de l'air et sur l'état du ciel, nous y trouverions un nouvel argument en faveur de l'explication des variations du gaz carbonique par les changements d'allure des grands courants aériens. Ce gaz deviendrait ainsi un des éléments de la prévision du temps à longue échéance et de l'appréciation de la valeur probable d'une année agricole engagée.

» C'est à partir du mois d'octobre dernier, et spécialement du 24 de ce mois, que nous voyons baisser d'une manière très accentuée la proportion d'acide carbonique renfermée dans l'air. Pour nous, ce serait l'indice d'un changement complet s'opérant dans le mode de circulation de l'atmosphère dans nos régions, changement qui s'est accentué davantage encore en novembre pour aboutir aux grands froids de décembre. Mais il nous paraît nécessaire de continuer ces études afin que l'avenir puisse prononcer sur la valeur de notre hypothèse. Les Cartes synoptiques du temps que nous avons inaugurées en 1864 à l'Observatoire de Paris permettent de suivre au jour le jour les changements successifs du temps et de prévoir ceux qui vont suivre à un court délai. On ne saurait trop multiplier les moyens d'information qui permettraient d'étendre plus loin dans l'avenir la prévision des grands changements atmosphériques.

» Nous examinerons ultérieurement le rôle de l'ammoniaque et de l'ozone. Nous terminerons cette Note par le Tableau comparatif des sommes ou moyennes des diverses données météorologiques pour les quatre mois d'avril à juillet :

	1876.	1877.	1878.	1879.
Acide carbonique, proportion moyenne.......	25,9	27,6	34,6	35,4
Éclairement, proportion moyenne...........	0,63	0,58	0,55	0,50
Pluie totale.............................	134	227	264	228
Hauteur barométrique moyenne.............	755,6	753,3	753,4	752,2
Moyenne des températures minima à l'ombre....	9,1	9,3	10,3	7,9
Moyenne des températures maxima à l'ombre...	20,8	20,5	20,9	17,8
Moyenne température à l'ombre............	15,0	14,9	15,6	12,8
Moyenne des températures maxima au soleil....	32,5	33,7	30,1	29,3

PHYSIQUE. — *Sur une application de la préexistence des courants d'Ampère dans le fer doux.* Note de M. TRÈVE.

« Dans une Note du 4 août dernier, sur la préexistence des courants d'Ampère, j'ai constaté que, si l'on fait circuler des courants d'égale inten-

sité dans des hélices de cuivre et dans des hélices de fer ([1]), on obtient dans ces dernières une polarité qui peut être, d'après la qualité du fer employé, quatre fois plus grande que dans les hélices diamagnétiques.

» Depuis, j'ai eu la pensée d'appliquer cette remarquable propriété aux appareils destinés à démontrer : 1° l'action des courants sur les solénoïdes ; 2° l'action directrice de la Terre sur les solénoïdes, etc.

» J'ai fait construire tous ces solénoïdes en fil de fer très doux : j'ai réalisé de la sorte, et sans grandes forces, des effets de démonstration beaucoup plus énergiques et autrement saisissants que ceux qu'on obtient avec des solénoïdes en cuivre, même actionnés par de très fortes piles. »

PHYSIQUE. — *Sur de nouveaux tubes lumineux*. Note de M. **Trève.** (Extrait.)

« Si l'on fait aboutir à un condensateur de M. Fizeau le courant induit d'une bobine Ruhmkorff, le condensateur rend, en l'amplifiant, le mouvement vibratoire de la bobine, sous la forme d'une sorte de ronflement bien connu. Si l'on exerce sur le condensateur une pression, d'abord légère, puis graduellement croissante, le ronflement diminue successivement d'intensité, et finit par disparaître.

» La disparition du son doit coïncider avec une pression capable de chasser du condensateur l'air qui était interposé dans les intervalles de ses feuilles. Le condensateur est alors comme dans le vide, et aucun bruit ne peut en sortir. J'ai été conduit, par cette observation, à l'expérience suivante.

» Dans un grand tube de Geissler, j'introduis un condensateur de M. Fizeau. Les deux pôles du courant induit de la bobine Ruhmkorff aboutissent à ce condensateur, par l'intermédiaire des électrodes ordinaires de ces sortes de tubes, lesquels, soudés dans le verre, sont fixés aux onzième et douzième feuilles d'étain ([2]).

» Lorsqu'on lance le courant induit dans le condensateur, le tube contenant encore de l'air à la pression atmosphérique, le ronflement ordinaire se fait entendre. Si l'on fait graduellement le vide dans le tube, le ronflement s'affaiblit de plus en plus.

» Enfin, si l'on extrait l'air jusqu'à ne laisser dans le tube qu'une pres-

---

([1]) Identiques, d'ailleurs, au multiple point de vue du passage.

([2]) J'ai expérimenté sur un condensateur de douze feuilles, soigneusement préparé par MM. Alvergniat.

sion de $0^m,003$ ou $0^m,004$, l'oreille ne perçoit plus rien ; mais on voit apparaître une lumière blanche et brillante, jaillissant en perles des feuilles du condensateur, et absolument distincte de la lumière phosphorescente, pâle et vague des tubes de Geissler. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'anhydride acétique sur quelques aldéhydes phénols*. Note de M. **P. Barbier**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai établi récemment (¹) les relations qui existent entre l'aldéhyde acétylsalicylique et la coumarine, et j'ai décrit la préparation et les propriétés de cet aldéhyde. Je reviens aujourd'hui sur ce sujet, pour confirmer mes premières observations et indiquer un nouveau procédé de préparation des aldéhydes phénols acétylés : ces corps présentant un certain intérêt, puisque l'on peut en dériver des coumarines par déshydratation.

» J'ai opéré sur les aldéhydes salicylique, paraoxybenzoïque et les aldéhydes oxytoluiques liquide et solide. Ces deux derniers ont été obtenus par l'action du chloroforme sur une solution de crésylol liquide dans la soude caustique. J'avais réussi à préparer à l'état pur, lorsque le travail de MM. Tiemann et Schotten sur le même sujet a paru : 1° le composé liquide bouillant à 208°, indiqué par les deux savants allemands sous le nom *aldéhyde orthohomosalicylique ;* 2° le composé solide cristallisé en fines aiguilles fusibles à 120°, se concrétant à 110° (²), qu'ils ont appelé *aldéhyde orthohomoparaoxybenzoïque,* et que je désigne sous les noms d'*aldéhydes oxytoluiques liquide* et *solide*.

» Je suis entré dans ces détails pour définir exactement les corps sur lesquels ont porté mes expériences. Le procédé à l'aide duquel on transforme ces différents aldéhydes en composés acétylés jouant encore le rôle d'aldéhydes est fondé sur l'emploi de l'acide acétique anhydre en vase clos, à une température de 180°.

» Pour fixer les idées, je décrirai l'opération faite sur le salicylal. On commence par faire un mélange de salicylal et d'anhydride acétique dans les proportions de 1^{eq} d'aldéhyde pour 2^{eq} d'anhydride. Ce mélange, introduit dans un tube que l'on ferme à la lampe, est maintenu pen-

(¹) Thèse soutenue à l'École supérieure de Pharmacie de Paris, le 25 janvier 1879.

(²) Les auteurs indiquent 115° pour le point de fusion et 108° pour le point de solidification.

dant six heures au bain d'huile, à une température de 180°. La réaction terminée, le contenu du tube, formé d'un liquide brun, soumis à la distillation fractionnée, laisse échapper :

» 1° Entre 110° et 120°, de l'acide acétique;

» 2° De 120° à 160°, de l'acide acétique anhydre;

» 3° De 160° à 200°, il passe un peu de salicylal qui n'a pas réagi; puis, le thermomètre monte rapidement, et tout ce qui reste dans la cornue passe entre 250° et 260°, sauf une petite quantité de matière brune et visqueuse.

» Une deuxième distillation donne le produit pur et bouillant régulièrement entre 254° et 256°. C'est un liquide incolore, légèrement huileux, se combinant aisément au bisulfite de soude. Soumis à l'analyse, il a donné des chiffres correspondant à l'acétosalicylal :

I. Matière... 0,449	CO^2... 1,171	H^2O^2... 0,229
II. Matière... 0,412	CO^2.. 0,989	H^2O^2... 0,1802

» En centièmes :

	I.	II.	Acétosalicylal.
C...........	65,12	65,29	65,84
H...........	4,94	5,02	4,86

» En outre, refroidi dans un mélange de sel et de glace, il ne se solidifie pas et ne laisse rien déposer.

» En appliquant le même procédé, j'ai obtenu :

» 1° L'aldéhyde acétylparaoxybenzoïque, liquide incolore, huileux, dont l'odeur se rapproche de celle de l'éther acétique du phénol; il bout à 260° et se combine au bisulfite de soude :

I. Matière... 0,279	CO^2... 0,671	H^2O^2... 0,124
II. Matière... 0,459	CO^2... 1,105	H^2O^2... 0,207

» En centièmes :

	I.	II.	$C^{18}H^8O^6$.
C...........	65,59	65,64	65,84
H...........	4,93	5,00	4,86

» 2° L'aldéhyde oxytoluique liquide acétylé. C'est un liquide incolore, légèrement huileux, combinable au bisulfite de soude et bouillant vers 267°. Il ne se solidifie pas dans un mélange de sel et de glace :

I. Matière... 0,274	CO^2... 0,675	H^2O^2... 0,145
II. Matière... 0,609	CO^2... 1,474	H^2O^2... 0,3319

» En centièmes :

	I.	II.	$C^{20}H^{10}O^{6}$
C............	67,1	66,0	67,4
H............	5,8	6,05	5,6

» 3° L'aldéhyde oxytoluique solide acétylé. Comme le corps précédent, il se présente sous la forme d'un liquide se combinant au bisulfite de soude et bouillant à 275° environ :

Matière... 0,4075, CO^2... 1,006 H^2O^2... 0,211

» En centièmes :

		$C^{20}H^{10}O^{6}$.
C.................	67,2	67,4
H..................	5,7	5,6

» Tous ces composés sont attaqués par l'eau de baryte à l'ébullition, en régénérant de l'acide acétique et l'aldéhyde correspondant.

» La réaction qui donne naissance à tous ces corps est la suivante. Dans l'action de l'acide acétique anhydre à chaud sur l'aldéhyde, c'est le dérivé triacétique qui prend naissance, conformément à l'équation

$$C^{14}H^{4}(H^{2}O^{2})(O^{2},[-]) + 3C^{8}H^{6}O^{6}$$
$$= C^{14}H^{4}(C^{4}H^{4}O^{4})(O^{2},C^{8}H^{6}O^{6}) + C^{4}H^{4}O^{4}.$$

» Il peut être isolé par un lavage prolongé du produit avec une solution de carbonate de soude; il est cristallisé en fines aiguilles blanches, fusibles à 100°. Au moyen de ce composé, on peut obtenir, facilement et à volonté, soit le salicylal diacétique, soit l'aldéhyde acétylsalicylique.

» En effet, si l'on traite le produit sortant du tube par une solution moyennement concentrée de potasse caustique, l'éther de la partie phénol seul est attaqué :

$$C^{14}H^{4}(C^{4}H^{4}O^{4})(O^{2},C^{8}H^{6}O^{6}) + KHO^{2}$$
$$= C^{4}H^{3}KO^{4} + C^{14}H^{4}(H^{2}O^{2})(O^{2},C^{8}H^{6}O^{6}).$$

» Ce corps, qui est le salicylal diacétique, se présente en gros cristaux incolores, fusibles à 104°-105°.

» Si, au contraire, on distille, l'éther de l'aldéhyde est seul détruit sous l'influence de la chaleur, et l'on a le composé

$$C^{14}H^{4}(C^{4}H^{4}O^{4})(O^{2},C^{8}H^{6}O^{6}) = C^{8}H^{6}O^{6} + C^{14}H^{4}(C^{4}H^{4}O^{4})(O^{2},[-]).$$

» Je poursuis ces recherches sur les éthers à oxacides des aldéhydes à fonction simple et mixte, et sur leurs produits de déshydratation (¹). »

(¹) Ce travail a été effectué dans le laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Besançon.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle synthèse de la saligénine.* Note de M. **W.-H. Greene**, présentée par M. Wurtz.

« La méthode par laquelle j'ai réussi à faire de la saligénine synthétiquement n'est qu'une application de la méthode générale étudiée par MM. Reimer et Tiemann. En effet, la saligénine étant l'alcool oxybenzylique, elle devrait se former par la réaction du chlorure de méthylène sur le phénate de sodium en présence de l'hydrate de sodium, puisque l'aldéhyde salicylique ou l'acide salicylique prennent naissance dans la réaction du chloroforme ou du perchlorure de carbone sur le phénate de sodium dans les mêmes circonstances.

» J'ai chauffé à 100°, en vase scellé, un mélange de 30^{gr} de chlorure de méthylène, 30^{gr} de phénol et 40^{gr} d'hydrate de sodium dissous dans 50^{gr} d'eau. La réaction exige à peu près six heures; au bout de ce temps, le contenu des matras est neutralisé par l'acide chlorhydrique et agité avec de l'éther, qui extrait la saligénine et l'excès de phénol. On chasse l'éther et on épuise le résidu par de l'eau bouillante, qui laisse la plus grande partie du phénol non dissous. On concentre la solution aqueuse et on enlève les gouttes de phénol qui se séparent après le refroidissement. Alors on fait cristalliser au-dessus de l'acide sulfurique. En exprimant la masse cristalline, on obtient de la saligénine assez pure et on peut la faire recristalliser.

» Le rendement n'est jamais bon. J'ai employé une solution alcoolique de soude caustique au lieu de la solution aqueuse : dans ces conditions, la réaction a lieu plus vite, mais les résultats ne sont pas meilleurs. Il peut se former à la fois des alcools oxybenzyliques isomériques, mais jusqu'ici je n'en ai pu constater la formation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation des dérivés iodés et bromés de la benzine.* Note de M. **W.-H. Greene**, présentée par M. Wurtz.

« Jusqu'ici la préparation de la benzine monoiodée a été assez difficile, et l'on n'a pu en obtenir que de petites quantités à la fois.

» J'ai trouvé que le chlorure d'iode réagit sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium, avec dégagement d'acide chlorhydrique et formation des dérivés iodés de la benzine. J'ai essayé la réaction de plusieurs

manières; ainsi, en faisant passer des vapeurs de chlorure d'iode entraînées par un courant d'air à travers de la benzine mélangée de chlorure d'aluminium, il se sépare beaucoup d'iode et l'on n'obtient qu'un faible rendement de benzine iodée. La meilleure manière d'opérer est de laisser tomber le chlorure d'iode, goutte à goutte, dans de la benzine contenant un peu de chlorure d'aluminium. Même dans ce cas il se sépare un peu d'iode; mais, si le chlorure d'iode est bon, on n'en perd guère. On lave le produit de la réaction avec de la potasse et l'on isole l'iodure de phényle par distillation fractionnée.

» Dans cette réaction il se forme aussi des benzines iodées supérieures, et, si l'on veut préparer seulement la benzine monoiodée, il faut employer un grand excès de benzine.

» On obtient de la benzine bromée très facilement en faisant chauffer un mélange de benzine et de brome en présence du chlorure d'aluminium. La réaction a lieu immédiatement et se fait dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant. Par ce moyen, je n'ai obtenu que du bromure de phényle et de la benzine dibromée; mais il est probable que l'on pourrait préparer les autres dérivés bromés de la même manière, en changeant la proportion de brome et de benzine. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la valeur comparée des impressions monochromatiques chez les Invertébrés.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. H. Milne Edwards.

« L'examen des variations que l'impression rétinienne peut offrir sous l'influence des divers rayons du spectre et chez les principaux types de la série zoologique présente un intérêt tout spécial pour la Physiologie comparée; mais durant longtemps l'histoire du sujet s'est résumée en quelques aperçus purement spéculatifs, et c'est seulement dans ces dernières années qu'elle a réalisé des progrès suffisants pour en permettre l'étude expérimentale.

» Autrefois on était réduit à considérer dans leur ensemble les réactions somatiques qui succèdent à l'intervention de telle ou telle couleur, et c'est à peine si l'observateur pouvait distinguer plus particulièrement quelques incitations motrices, de valeur toujours fort douteuse en de semblables circonstances. Il n'en est plus de même aujourd'hui, et nous pouvons dégager l'impression rétinienne de tous les phénomènes qui l'accompagnent, ana-

lyser ses caractères essentiels, différencier les variations que lui imprime la nature de la source lumineuse.

» Divers moyens d'investigation permettent au physiologiste d'atteindre ce résultat, mais deux voies principales s'ouvrent devant lui. La première trouve son origine dans les découvertes de Boll ; on sait que chez un grand nombre d'animaux la rétine possède une coloration propre, qui s'efface à la lumière pour faire place à des teintes nouvelles dont la gradation traduit souvent la longueur relative des ondes incidentes. Malheureusement ces faits sont loin de présenter une application générale, et, sans parler de la faible signification que revêtent avec certaines couleurs les modifications du *Seh-Purpur*, il convient de rappeler que celui-ci semble manquer totalement dans plusieurs groupes. Est-ce à dire que nous devions renoncer à poursuivre chez ces êtres l'étude comparée des impressions optiques? En aucune manière, car, lorsque les enseignements fournis par l'observation de l'érythropsine viennent à faire défaut, on peut recourir à une seconde méthode qui possède une haute valeur et repose sur les expériences de Dewar.

» Dans une longue série d'ingénieuses recherches, ce physicien a montré que le choc de la lumière sur la rétine détermine la production d'un courant spécial qui disparaît dès que l'organe visuel cesse d'être introduit dans le circuit; les plus minutieuses précautions ayant été prises pour éliminer les différentes causes d'erreur, l'interprétation du phénomène ne saurait soulever actuellement aucune incertitude.

» L'apparition du « courant de Dewar » constituant ainsi le critère expérimental de l'ébranlement rétinien, il devient dès lors facile d'apprécier l'intensité de celui-ci par la mesure de sa manifestation dynamique, dont l'expression demeure identique chez les types les plus variés.

» Dans les Arthropodes et surtout chez les Crustacés décapodes et dans quelques Insectes (Locustiens, etc.), le courant s'affirme avec une constance absolue, et nulle part les effets de l'action lumineuse ne sont plus aisés à observer, ce qui s'explique par la structure essentiellement bacillaire de l'œil de ces animaux. On y remarque déjà certaines différences dans l'intensité du courant produit par les divers rayons, et c'est dans la région jaune-verte qu'il atteint son maximum.

» Cette tendance s'accentue davantage encore dans les Mollusques, et principalement chez les Gastéropodes pulmonés : sous l'action des rayons jaunes, le courant acquiert sa plus grande intensité; il s'affaiblit légèrement dans la zone verte, pour décroître rapidement avec la couleur bleue-violette et trouver son minimum dans la région rouge du spectre.

» Par leur nature comme par leur prochaine extension, ces faits suffisent à consacrer le principe de la méthode, en même temps qu'ils fournissent la preuve expérimentale de l'indifférence que plusieurs Invertébrés témoignent pour certains rayons (rayons rouges, etc.) et qui depuis longtemps a été mentionnée par les zoologistes. Divers points appellent encore des études complémentaires : il convient d'établir exactement la valeur propre du courant, de déterminer la rapidité avec laquelle s'efface l'excitation rétinienne, de préciser enfin le degré de monochromatisme de la lumière incidente ; cette dernière condition ne saurait être qu'incomplètement réalisée par l'emploi des milieux (verres colorés, solutions absorbantes, etc.) dont il a été fait usage dans la généralité des expériences et semble plutôt devoir être obtenue par l'application de procédés nouveaux (lumière polarisée, etc.). Tel est l'objet des recherches que je poursuis en ce moment et dont j'espère pouvoir bientôt soumettre les résultats au jugement de l'Académie. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Histologie, développement et origine du testicule et de l'ovaire de la* Campanularia angulata (*Hincks*). Note de M. J. **Fraipont**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'étude histologique des trois couches, ectoderme, lamelle intermédiaire et entoderme, du corps des Hydroïdes conduit à quelques faits nouveaux et importants que nous résumons ici.

» Les petits nématocystes de l'ectoderme des tentacules sont entourés d'une couche faible protoplasmique, souvent nucléolée et individualisée, à laquelle correspond un palpocil. Ce rapport est important au point de vue physiologique et du mode d'action des organes urticants.

» L'endoderme des stolons, au voisinage des pédicules de *gonangium* femelles (*Campanularia angulata*) et surtout dans les rameaux (*C. flexuosa*), renferme des cellules, grandes, ayant d'une part les caractères des cellules œufs et passant d'autre part aux cellules endodermiques. Notre maître, E. van Beneden, a fait depuis longtemps des observations encore inédites et analogues (*Campanularia dichotoma*).

» L'extrémité libre de l'organe appendiculaire, terminée en crosse, est caractérisée par le développement de l'ectoderme, par l'accumulation dans ce tissu de corpuscules à structure spéciale et par l'amincissement considérable du périsarc. Ces données pourront peut-être servir à fixer la nature de cet organe.

» Dans le corps et les tentacules, la lamelle intermédiaire, qui ailleurs est amorphe, présente des fibrilles fasciculées s'insérant à des points déterminés et que je crois musculaires.

» Un *gonangium* est constitué par une gonothèque, un système central de canaux et des gonophores. Le canal axial du blastostyle s'étale en tête de marteau à l'extrémité supérieure du *gonangium* et fournit latéralement ces culs-de-sac au niveau desquels se forment les gonophores. Chez la *C. angulata* et la *C. flexuosa*, ceux-ci ne deviennent ni méduses ni demi-méduses comme chez d'autres Campanulaires, restent à l'état de diverticules de la paroi du corps, et certains de leurs éléments cellulaires deviennent ovaire ou testicule.

» Les spermatozoïdes paraissent formés par un petit noyau ou fragment de petit noyau entouré d'un peu de protoplasme de la cellule mère et dont le reste sert à former la queue.

» Le gonophore femelle ne contient qu'un œuf, dont la vésicule germinative, s'il n'est pas fécondé, est analogue à celle décrite par W. Flemming, E. van Beneden, Kleinenberg, O. Hertwig, Bergh, sur des animaux variés. La tache de Wagner est complexe. Elle contient un petit corpuscule clair, de forme irrégulière (corpuscule de Schrön), duquel partent trois à six filaments paraissant aboutir à la face interne de la tache germinative; le carmin la colore fortement. La segmentation par des sillons transversaux à direction unilatérale conduit à une *planula* ciliée, montrant un ectoderme cellulaire et un endoderme.

» Il existe quatre opinions sur l'origine des organes sexuels. Huxley, Keferstein et Ehlers, Claus, Kleinenberg, Schulze, O. et R. Hertwig pensent que les organes sexuels proviennent de l'ectoderme. D'autre part, Kölliker, Hoeckel, Allman, Claus, Korrotneff soutiennent l'origine endodermique. E. van Beneden défend une troisième opinion, à savoir l'origine ectodermique des spermatozoïdes et l'origine endodermique des œufs. Van Koch, Bergh confirmèrent la manière de voir de Van Beneden. Enfin Ciamician a soutenu l'origine ectodermique des œufs et l'origine endodermique des spermatozoïdes chez l'*Eudendrium ramosum*.

» Chez la *Campanularia angulata* et la *C. flexuosa*, on peut suivre tout le développement des organes sexuels en étudiant un *gonangium* de sa base d'insertion à son sommet.

» Dans le pédicule du *gonangium* mâle, le cénosarc est constitué comme dans les stolons et dans les rameaux; mais, en un point ou deux, l'ectoderme est plus épaissi et ses cellules sont mieux délimitées. Plus haut, en un point

déterminé, le cénosarc est renflé en petit tubercule, dans l'intérieur duquel pénètre un cul-de-sac de la cavité centrale limitée par quelques cellules endodermiques. En dehors de celles-ci, on voit la lamelle intermédiaire, puis quelques cellules ectodermiques bien individualisées, plus grandes que les autres : ce sont les *cellules mères du testicule*, et enfin le tout est recouvert par les cellules ectodermiques ordinaires. Dans la cavité du gonangium, à sa base, sont de jeunes gonophores sur lesquels on trouve de dedans en dehors un diverticule de la cavité du blastostyle, des cellules endodermiques épithéliales, la lamelle intermédiaire, une petite masse cellulaire en forme de fer à cheval, provenant de quelques cellules ectodermiques différenciées, enfin une couche de cellules ectodermiques. La petite masse est le tissu testiculaire jeune. Les différents gonophores ont la même constitution, au développement près du tissu qui acquiert un volume de plus en plus considérable. Dans les gonophores les plus supérieurs, tous les éléments qui entourent le testicule mûr sont en voie d'atrophie. La conclusion est que les spermatozoïdes proviennent de l'ectoderme.

» Dans un pédicule de *gonangium* femelle on trouve, à la base, une ou deux grosses cellules endodermiques saillantes dans la cavité gastro-vasculaire, à grand noyau et sans fouet vibratile, ayant enfin tous les caractères des jeunes œufs des gonophores. À l'extrémité supérieure du pédicule, on voit une ou deux cellules endodermiques différenciées, mais sans connexion directe avec la cavité gastro-vasculaire, car deux à trois petites cellules endodermiques les recouvrent. Plus haut, vers la base de la cavité du *gonangium*, le cénosarc donne naissance à des diverticules latéraux. Un d'eux offre à l'intérieur une petite cavité, cavité du cul-de-sac du blastostyle, limitée par une rangée de cellules endodermiques. A la face externe de cette couche est accolé un jeune œuf. *La lamelle intermédiaire passe au-dessus de cet œuf*, et plus en dehors est la lamelle ectodermique. Dans les gonophores supérieurs, les mêmes rapports existent, mais les œufs deviennent de plus en plus volumineux. Lorsque l'œuf est mûr, les tissus qui l'entourent sont en voie d'atrophie. L'origine endodermique des œufs est donc évidente.

» En rapprochant ces observations de celles d'E. van Beneden, de Bergh, je conclus que, *dans la famille des Campanularides, les spermatozoïdes se développent aux dépens de l'ectoderme, les œufs aux dépens de l'endoderme* (1). »

---

(1) Ces observations ont été faites pendant un séjour de deux mois au laboratoire de M. de Lacaze-Duthiers, à Roscoff.

M. C. **Henry** adresse, par l'entremise de M. Puiseux, une Note sur une valeur approchée de $\sqrt{2}$, due à l'auteur indien Baudhâyana et sur deux valeurs approchées de $\sqrt{3}$, qui ont été données par Archimède.

M. L. **Saltel** adresse une Note intitulée : « Méthode pour lever l'indétermination résultant d'un nombre infini de solutions communes, dans divers systèmes de k équations à k inconnues ».

M. **Benson** adresse, de New-York, une Note relative à diverses questions de Géométrie élémentaire.

(Renvoi à l'examen de M. Puiseux.)

M. W. **Pollo** adresse une Note intitulée : « Résolution des équations du deuxième et du troisième degré par les procédés goniométriques ».

M. **de Touchimbert** adresse, par l'entremise de M. H. Mangon, une photographie de formes de neige observées à Poitiers (Vienne).

Cette neige, tombée le 6 décembre 1879, n'avait rien de particulier; mais, dans la soirée du 24 décembre, après un léger échauffement de la température pendant la journée, elle présentait, à la surface, la forme de petites roses pompon. Chaque fleur avait au moins $0^{m},01$ de diamètre, et quelques-unes jusqu'à $0^{m},03$. Les pétales étaient contournés comme ceux des roses de nos jardins et striés longitudinalement. Ces fleurs de neige se sont produites partout où la lumière pénétrait librement. Il n'y en avait pas sous les arbres ni sous les arbustes.

M. L. **Hugo** adresse une Note « sur l'érosion des glaçons des rivières ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 JANVIER 1880.

Observations sur les bulbes des lis; par M. DUCHARTRE; Deuxième Mémoire. Paris, G. Masson, 1875; in-8°.

Note sur les safrans (crocus) *à fleur monstrueuse; par* M. P. DUCHARTRE. Paris, impr. Donnaud, 1879; in-8°. (Extrait du *Journal de la Société centrale d'Horticulture.*)

Notions sur l'organisation des fleurs doubles et description de la fleur du Lilium tigrinum *Gawl. Flore Pleno; par* M. P. DUCHARTRE. Paris, impr. Donnaud, 1879; in-8°. (Extrait du *Journal de la Société centrale d'Horticulture.*)

Observations sur les marronniers hâtifs (Æsculus hippocastanum *L.*); *par* M. DUCHARTRE. Paris, impr. Donnaud, 1879; br. in-8°. (Extrait du *Journal de la Société centrale d'Horticulture.*)

Traité d'Orthophonie. Voie normale, bégaiement, etc.; par E. COLOMBAT (de l'Isère). Paris, Asselin et Cie, 1880; in-8°. (Présenté par M. Bouley pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1880.)

Anthropologie de la France; par G. LAGNEAU. Paris, G. Masson et P. Asselin, 1879; in-8°. (Extrait du *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales.*)

Leçons de Clinique chirurgicale professées à l'hôpital Saint-Léon, par le Dr F. GROSS; 2e fascicule. Paris, Berger-Levrault, 1879; br. in-8°. (Présenté par M. Sedillot.)

Electrodynamic qualities of metals. Part VII : *Effects of stress on the magnetization of iron, nickel and cobalt; by* Prof. sir W. THOMSON. London, 1879; in-4°. (From the *Philosophical Transactions of the royal Society.*)

ERRATA.

(Séance du 29 décembre 1879.)

Page 1096, ligne 12 en remontant, *au lieu de* $\frac{\mathfrak{Q}'}{\mathfrak{Q}}$, *lisez* $\frac{\mathfrak{Q}}{\mathfrak{p}}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JANVIER 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Daubrée, en présentant la seconde Partie de ses *Études synthétiques de la Géologie expérimentale,* s'exprime de la manière suivante :

« Cette seconde Partie concerne l'application de la méthode expérimentale à l'étude des phénomènes cosmologiques.

» Après une Introduction où sont condensées les généralités sur les météorites et les bolides, le Volume comprend deux Parties, affectées l'une aux phénomènes chimiques, l'autre aux phénomènes mécaniques.

» Dans la première de ces Parties sont exposés les résultats obtenus dans les expériences de synthèse chimique des météorites et d'imitation des masses cosmiques à l'aide de matériaux terrestres, soit par réduction de roches silicatées, soit par oxydation partielle de siliciures. L'étude particulière de l'holosidère de Sainte-Catherine rentre dans cette Section.

» La comparaison des météorites avec les roches profondes du globe fournit un grand nombre de données qui sont exposées avec détail. Il s'agit, par exemple, de l'importance du péridot dans ces régions profondes, de son association avec le platine natif et des basaltes à fer nickelé, dé-

couverts au Groënland. Des vues sur l'unité de composition de l'univers ressortent naturellement de cet ordre d'études.

» Plus développée encore, la Section relative aux phénomènes mécaniques a dû être subdivisée en deux Sous-Sections, selon qu'il s'agissait de phénomènes réalisés dans les régions extra-terrestres ou de ceux qui prennent naissance dans notre atmosphère.

» C'est sous le premier chef que se rangent l'étude de la structure globulaire ou chondritique des météorites et les expériences faites pour l'imiter.

» Quant aux phénomènes atmosphériques, ils touchent successivement la forme polyédrique caractéristique des météorites, les cupules qui en recouvrent la surface et les veines noires qui en traversent la substance. Chacune de ces questions a fourni le sujet d'un grand nombre d'expériences exécutées à l'aide des gaz comprimés, gaz fournis tantôt par l'explosion de la poudre, tantôt par celle de la dynamite, de la nitroglycérine ou du fulmicoton.

» Par leur analogie complète avec les phénomènes naturels qui leur servaient d'objectifs, ces divers résultats de laboratoire donnent lieu à des applications relatives aux différentes phases du phénomène de l'arrivée des météorites sur notre globe.

» Le mode de dispersion des météorites sur le terrain et l'origine des poussières cosmiques se trouvent, en même temps, éclairés de lumières nouvelles.

» Cette seconde Partie, qui complète un Volume de plus de huit cents pages, se termine par des Tables alphabétiques très détaillées, qui rendent les recherches faciles, qu'il s'agisse des matériaux proprement dits, des localités ou des noms propres cités. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les observations météorologiques du mois de mai, à Zi-ka-wei, en Chine.* Note de M. **Faye**.

« En présentant à l'Académie les observations magnétiques et météorologiques faites, en mai dernier, à l'observatoire des Missionnaires en Chine, je désire appeler l'attention sur les conclusions que le P. Dechrevens, le directeur, a tirées de ces observations et de toutes celles qui les ont précédées.

» La première consiste en ce que les bourrasques et tempêtes, et en gé-

néral toutes les dépressions barométriques, se propagent de la Chine au Japon en suivant la même marche que les bourrasques et tempêtes de l'Atlantique qui viennent jusqu'en Europe.

» La seconde consiste en ce que les bourrasques et tempêtes sont indépendantes de la mousson régnante et réciproquement, l'une n'empêchant pas l'autre de souffler.

» Voici, sur le premier point, comment s'exprime le savant directeur de l'observatoire chinois :

« Sept dépressions atmosphériques bien dessinées ont passé sur Zi-ka-wei pendant le mois de mai. Leur direction les portait encore vers le Japon. C'est, du reste, un fait rendu évident par la comparaison des observations barométriques faites à Zi-ka-wei (lat. 31°, 2, long. 119°,1) avec celles faites à Kobé (lat. 34°,7, long. 135°,1), sur la côte orientale du Japon : tous les minima et tous les maxima barométriques (¹) sans exception sont observés ici dix-huit ou vingt-quatre heures avant de l'être à Kobé..... Il suit évidemment de là que, à ne considérer que les latitudes des deux stations, les perturbations atmosphériques dans ces contrées se portent du sud au nord et non inversement. Mais, de plus, les variations du vent, si caractéristiques à Zi-ka-wei durant le passage d'une bourrasque, indiquent à n'en pouvoir douter que c'est du sud-ouest au nord-est qu'elles ont leur trajectoire entre Zi-ka-wei et Kobé. Ainsi, dans les deux grands océans de l'hémisphère nord, la marche des tempêtes est la même : dans l'Atlantique, elles vont en général des côtes de l'Amérique vers celles de l'Europe en remontant un peu vers le nord; dans le Pacifique, elles quittent toujours les côtes de la Chine pour se diriger vers celles du Japon. L'immense étendue des mers qu'elles auraient à parcourir pour atteindre les côtes occidentales de l'Amérique suffit sans doute à les absorber et à en effacer les dernières traces. »

» Ainsi, dans les régions opposées aux nôtres sur l'hémisphère nord, les tempêtes et bourrasques, qu'on les nomme cyclones ou typhons, suivent identiquement la même marche, quelle que soit la distribution des eaux et des terres, qu'il y ait ou non des courants d'eau chaude, comme le gulf-stream, ou des chaînes de montagnes sur leur trajet, quelle que soit l'allure des vents inférieurs régnant dans chaque contrée. Donc l'origine de ces phénomènes gyratoires est dans la région supérieure de l'atmosphère, dont les courants réguliers, accusés par les cirrhus, reproduisent justement la direction des tempêtes chinoises et japonaises tout comme celle des tem-

---

(¹) Il s'agit ici des maxima passagers qui bordent les dépressions et non des aires si persistantes de haute pression, comme celle dont on a essuyé récemment les effets en France. La distance de Zi-ka-wei à Kobé étant, d'après les coordonnées géographiques données plus haut, de 1541^{km}, la vitesse de translation des bourrasques dans ces parages est de 16 à 21 lieues (de 4000^{m}) par heure ou de 18^{m} à 24^{m} par seconde; c'est la vitesse d'un train-éclair.

pêtes qui nous sont câblées par les États-Unis. Les mouvements gyratoires engendrés dans les hautes régions de l'atmosphère, bien au-dessus de tous les accidents superficiels du globe, descendent jusqu'au sol à travers les couches inférieures; celles-ci peuvent se mouvoir dans un sens ou dans l'autre sans que ni ces mouvements inférieurs, ni les accidents des continents ou des mers influent directement sur la marche des tempêtes, et l'on retrouve tout autour de notre hémisphère les mêmes lois de propagation des mouvements gyratoires, en Chine et au Japon aussi bien qu'en Amérique et en Europe.

» Quand au second point, l'étude des sept bourrasques de mai dernier conduit l'habile observateur à reproduire et confirmer une remarque qu'il avait déjà faite dans le cours de l'année précédente :

« On peut reconnaître l'influence de la mousson régnante même au sein des perturbations atmosphériques. Si pendant l'hiver, alors que règnent les vents d'entre nord et nord-ouest, la seconde phase des bourrasques, celle qui amène les vents de nord-ouest, prend un développement plus considérable que la première, l'inverse a aussi lieu dans la mousson d'été, quand les vents dominants sont ceux de sud-est; ces vents gagnent en durée, sinon toujours en force, ce que ceux de nord-ouest perdent à cette époque. »

» Permettez-moi de rapprocher cette remarque importante, relative à l'hémisphère boréal, de l'explication que j'ai donnée d'un phénomène analogue qu'on observe sur l'hémisphère austral. Là les trajectoires des tempêtes sont des courbes symétriques (par rapport à l'équateur) de celles des régions boréales de même latitude, et le mouvement gyratoire des bourrasques y est de sens inverse, c'est-à-dire de gauche à droite. Dans la région de la mer australe où se trouvent les îles Maurice et de la Réunion, les trajectoires des tempêtes vont à peu près du nord-est au sud-ouest; ce n'est que dans les régions plus au sud qu'elles prennent la direction symétrique de celles des mers de Chine par 31°-34° de latitude, c'est-à-dire du nord-ouest au sud-est. Les alizés du sud-est coupent donc presque à angle droit la portion considérée (vers l'île de la Réunion). Or c'est un fait d'expérience que dans ces parages, de Madagascar à l'île Maurice, lorsqu'on va être atteint par une bourrasque, l'alizé se met à souffler en tempête. De plus M. Meldrum, directeur de l'Observatoire de l'île Maurice, en étudiant les détails de certains cyclones, a remarqué qu'à l'arrière un vent assez faible souffle parfois dans la direction du centre, et non pas dans le sens perpendiculaire au rayon. Ces faits ont été cités comme des preuves à l'appui de l'hypothèse des tempêtes d'aspiration centripète; mais j'ai montré que ces deux phénomènes se rattachent tout simplement à la présence des alizés du sud-

est. A l'avant, la bourrasque souffle aussi du sud-est et ajoute son effort à l'alizé. Celui-ci semble donc fraîchir et bientôt souffler en tempête. A l'arrière, le cyclone souffle du nord-ouest dans une direction opposée à l'alizé, le neutralise parfois à une certaine distance du centre, et ne laisse alors subsister que le mouvement de translation de la tempête perpendiculairement aux directions précédentes.

» Il en est justement de même, comme on vient de le voir par les observations chinoises, dans la région des moussons, bien entendu *mutatis mutandis*. La mousson d'hiver souffle, à Zi-ka-wei, du nord-ouest (d'entre nord et nord-ouest); or on observe à l'avant de la bourrasque, qui se propage dans une direction grossièrement perpendiculaire, une recrudescence marquée de cette mousson, tandis que le vent du cyclone, qui affecte à l'arrière la direction opposée, faiblit considérablement. La mousson d'été, une fois bien établie, souffle au contraire du sud-est. Cela ne change rien à la marche des bourrasques, qui reste la même en toute saison; mais, comme le vent de la tempête à son avant est sud-est, les choses se passent comme si la mousson devenait là plus énergique, tandis qu'à l'arrière celle-ci se compose avec le vent inverse de la bourrasque, qui l'affaiblit. La règle nautique que j'avais proposée pour les régions des alizés s'étend donc aussi à celles des moussons, sauf en ce qu'il y a lieu, dans le second cas, de distinguer entre l'été et l'hiver.

» Ces phénomènes grandioses et d'une régularité presque géométrique, incompatibles avec l'hypothèse des météorologistes qui cherchent au ras du sol l'origine des tempêtes, s'accordent donc, jusque dans les détails, avec la théorie qui place cette origine dans les courants supérieurs et qui considère les tempêtes de toute sorte et de toute dénomination comme des mouvements gyratoires qui, tout en marchant horizontalement avec le courant où ils s'engendrent, se propagent verticalement de haut en bas jusqu'à ce qu'ils soient arrêtés par l'obstacle du sol. »

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Sur celle des déformations des corps soit élastiques, soit plastiques, soit fluides;* par M. DE SAINT-VENANT.

« M. Resal, dans une Note concise du 29 décembre 1879 (*Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 1090), *Sur les différentes branches de la Cinématique*, après avoir rappelé l'heureuse invention par Ampère de ce mot qui a suffi pour donner naissance à une science nouvelle, et l'utile division, que lui-

même a proposé d'en faire en *Cinématique pure* et Cinématique appliquée aux mécanismes, a remarqué que M. Mannheim venait d'introduire, très profitablement aussi, l'expression *Géométrie cinématique* pour désigner l'étude, commencée par les anciens et brillamment continuée de nos jours, des mouvements considérés d'une manière indépendante non seulement des forces supposées les produire, mais même du temps pendant lequel ils peuvent s'être opérés (¹).

» M. Mannheim a appliqué sans doute sa Géométrie cinématique aux déformations de lignes et de surfaces dans des conditions données.

» Mais cette branche mérite d'en embrasser une autre que Cauchy a inaugurée, savoir la théorie des déformations des corps considérés dans leurs trois dimensions et pour tous les éléments de leur intérieur. Cauchy, dans son Mémoire sur la dilatation et la condensation des corps (*Exercices de Mathématiques*, 2ᵉ année, 1827, p. 30), a prouvé analytiquement que leurs petites déformations, si elles observent la loi de continuité quand on passe d'un point aux points voisins, se réduisent, en chaque point, à trois dilatations ou condensations dites *principales*, dans trois certaines directions orthogonales qui restent orthogonales après les déformations. Cela vient de ce qu'une

---

(¹) En 1851, à la suite d'un Cours de Génie rural professé à Versailles, j'ai publié, par autographie, des *Principes de Mécanique fondés sur la Cinématique*, où je retenais dans le domaine géométrique, en l'exposant élémentairement, une très grande partie de la Mécanique, comprenant les compositions et décompositions des déplacements, des vitesses, des accélérations, ainsi que de leurs moyennes *géométriques* dans des systèmes de points; celles de leurs moments, les centres de gravité, etc., avant de passer, de l'exposition des lois purement géométriques du mouvement, à celle de ses lois *physiques*, qui s'énoncent par la considération des masses et des forces, susceptibles elles-mêmes d'être définies cinématiquement.

M. Resal a été plus loin à quelques égards dans ses remarquables Traités de *Cinématique pure* (1862) et de *Mécanique générale* (1873), car il y a présenté d'une manière simplement cinématique le mouvement des planètes, etc., et jusqu'au théorème de la force vive acquise par un point ayant eu successivement des accélérations quelconques; ce qui s'appliquerait au cas général où, à chaque instant, le point a *simultanément* plusieurs accélérations dont la somme géométrique forme son accélération effective. Cette manière de traiter la Mécanique est favorable à son exposition non moins qu'à sa philosophie.

Il a considéré des *sommes et différences géométriques* de lignes, de vitesses, d'accélérations en les désignant comme j'avais fait dans un Mémoire du 15 septembre 1845 (*Comptes rendus*, t. XXI, p. 620) et en m'attribuant l'idée de ces sortes de sommes et de leurs calculs; mais M. Grassmann, de Stettin, m'a prouvé qu'il l'a eue avant moi, ainsi que celle des *produits géométriques*, comme ceux dont M. Resal s'est servi aussi, et qu'il a préférés avec raison à ceux d'une autre espèce que j'avais proposés.

sphère matérielle de rayon très petit dont ce point est le centre se change en un ellipsoïde. Et on le reconnaît sans calcul ; en effet, comme les lignes matérielles primitivement droites sont supposées se changer en courbes *continues,* leurs éléments très petits sont encore des droites, et les petits plans restent des plans, d'où il suit : 1° que les petites lignes très voisines primitivement parallèles et dans un même plan restent parallèles, car, autrement, celles qui les coupaient perpendiculairement deviendraient courbes ; 2° que ces petites lignes parallèles et voisines se dilatent également, car, autrement, leurs transversales obliques cesseraient d'être droites. D'où il suit que toutes les cordes d'une même petite sphère parallèles entre elles s'allongent dans des proportions égales en restant parallèles, ce qui change bien la sphère en un ellipsoïde.

» Les axes de cet ellipsoïde ne peuvent être déterminés qu'en résolvant une équation du troisième degré. Aussi en fait-on peu d'usage, et il est plus commode de considérer en chaque point, dans des directions orthogonales arbitraires comme celles d'axes coordonnés, trois *dilatations* (positives ou négatives) et trois *glissements,* qui sont les cosinus des angles, devenus légèrement aigus ou obtus, des lignes matérielles primitivement parallèles à ces axes. Les formules qui expriment ces six affections (appelées *Stresses* par les savants anglais), celles de leurs transformations pour de nouveaux axes, et les théorèmes divers qu'on en déduit sont du ressort de la Géométrie cinématique et non de la Mécanique.

» Toutefois, la Mécanique est nécessaire pour la détermination de leurs grandeurs et des déplacements de points qui en résultent dans les corps élastiques ; et la difficulté n'est pas moins grande pour les corps plastiques si l'on veut obtenir des résultats exacts, car les déplacements de leurs points sont engagés dans des équations différentielles, ne s'intégrant que pour quelques cas extrêmement simples.

» Mais, pour divers corps plastiques, tels que les blocs sur lesquels M. Tresca a fait des expériences d'*écoulement* ou de poinçonnage, si l'on admet le principe de la conservation du volume des éléments, et si l'on fait quelques hypothèses sur la distribution des vitesses et sur la relation mutuelle de leurs dérivées [1], on peut arriver cinématiquement à de certaines

---

[1] Celle que j'ai faite est, u, v, w désignant les composantes de la vitesse ou du petit déplacement d'un point quelconque parallèlement aux axes rectangulaires des x, y, z et a^2, b^2, c^2 trois constantes,

$$b^2 \frac{dv}{dz} = c^2 \frac{dw}{dy}, \quad c^2 \frac{dw}{dx} = a^2 \frac{du}{dz}, \quad a^2 \frac{du}{dy} = b^2 \frac{dv}{dx},$$

déterminations des déplacements simultanés de leurs divers points, comme il a fait, et comme j'ai fait d'une autre manière dans divers Mémoires de 1868 à 1870, énumérés et résumés dans une Note du 19 juillet 1875, à laquelle je renvoie (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 115), où j'ai cité tout ce qui a été fait sur la Plasticodynamique. Il serait curieux de calculer numériquement les résultats de ces sortes de solutions dont quelques-unes sont en séries transcendantes, pour pouvoir les peindre aux yeux par des épures détaillées; cela fournirait peut-être quelques données, à défaut des intégrations impossibles.

» Mais il serait plus sûr, comme je l'ai exprimé dans cette même Note de 1875, de demander à des expériences suffisamment nombreuses, et dont j'ai essayé de tracer un programme, la marche que suivent les molécules dans divers cas. Ce sera seulement quand elles auront été faites, tant sur un métal ductile que sur des matières pétrissables, où il sera plus facile d'insérer des indices, qu'on pourra se fixer sur les meilleures hypothèses simplificatrices propres à rendre les intégrations abordables, ou à ramener avec plus ou moins d'approximation à celles des problèmes de Cinématique, obtenues soit analytiquement, soit graphiquement, les solutions désirables relatives aux cas sur lesquels les expériences n'auront pas porté. Aussi je suis heureux d'apprendre que les préparatifs ont pu enfin en être obtenus. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Quelques observations sur une Note de M.* Wurtz *imprimée dans les* Comptes rendus *de la séance du 22 décembre 1879* [1]; par M. **H. Sainte-Claire Deville.**

« Je n'entretiendrai plus l'Académie de cette discussion sur l'hydrate de chloral, introduite par les expériences de M. Troost, qui saura bientôt, je le sais, les défendre mieux que moi. Je constate seulement que

---

qui m'a permis d'intégrer, et qui, si $a = b = c = 1$, convient, comme on sait, aux masses liquides déformées assez lentement pour que leur frottement n'entre pas sensiblement en jeu (*Comptes rendus*, séances des 1er et 8 février 1869, t. LXVIII, p. 221 à 237 et 290 à 300).

Cette hypothèse est bien, ainsi que celle $\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0$, exprimant la conservation des volumes, de pure *Géométrie cinématique*.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 1062.

M. Berthelot, M. Troost et moi nous restons chacun de notre avis, que M. Wurtz reste du sien et que cette discussion est désormais oiseuse, à moins d'expériences nouvelles.

» Mais je dois à moi-même et à l'Académie de relever une insinuation par laquelle M. Wurtz termine sa Note du 22 décembre :

« Il est probable que ces raisons ne paraîtront pas plausibles à mon éminent confrère; mais je n'écris pas pour le convaincre, et, en présence de ce qui semble être un parti pris, je ne le crois pas nécessaire. »

» Je n'y vois que la preuve de l'irritation causée, aux partisans des doctrines et des hypothèses atomistiques, par la résistance qu'il nous paraît nécessaire de leur opposer. Il faut bien qu'il en soit ainsi, pour que mon savant confrère ait dérogé à ses habitudes de courtoisie.

» Tout incrédule que je sois, quand, parmi la confusion, l'obscurité et la variabilité du langage de la *Chimie moderne*, j'aperçois une idée nouvelle et juste, je n'ai pas de parti pris et je me laisse convaincre avec la plus complète satisfaction.

» M. Wurtz ne fait-il pas, au contraire, à la page 1062, preuve de quelque intolérance à notre égard, dans les quatre affirmations qu'il déclare être la vérité, malgré toutes les protestations et réponses que M. Troost a accumulées et qui nous paraissent catégoriques? Trouve-t-il équitable de citer tous les auteurs qui nous ont contredits, avec les titres et les sources de leurs Mémoires, sans faire mention d'aucun des nôtres?

» Je compte, dans une prochaine séance, signaler, avec quelques regrets pour la science, les altérations malheureuses que l'on a fait subir à notre admirable nomenclature française et qui lui ont en partie enlevé la clarté et la précision dont l'avait dotée la Commission de notre ancienne Académie. Je sens bien que je froisserai des convictions ardentes, et je prévois d'ardentes contradictions; mais mes contradicteurs peuvent compter qu'ils trouveront en moi le respect le plus profond de leur personne, surtout quand mes réponses s'adresseront à un confrère tel que M. Wurtz, dont le talent et le caractère scientifique honorent si hautement notre Compagnie. »

BOTANIQUE. — *Évolution de l'inflorescence chez des Graminées* (première partie); par M. A. Trécul.

« Il y a à considérer dans une inflorescence de Graminée : 1° la formation de l'axe primaire, 2° l'ordre d'apparition des rameaux, 3° l'ordre d'accroissement de ceux-ci, 4° l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les différents organes.

» Axe primaire. — Chez toutes les plantes nommées dans ce travail, l'axe primaire de l'inflorescence commence par croître de bas en haut, mais plus tard, la végétation prédominant par en haut, il s'accroît fort souvent de haut en bas. Ses mérithalles, dus au premier âge, sont produits de bas en haut. Chez beaucoup d'espèces ils sont marqués par des feuilles rudimentaires distiques, qui embrassent ordinairement tout à fait l'axe, sous la forme de bourrelets plus élevés du côté dorsal, plus rarement semi-embrassants dans la partie supérieure de ce très jeune axe. Ces bourrelets s'atténuent de plus en plus à mesure qu'ils sont plus haut placés sur le rachis, et celui-ci en est souvent dépourvu dans sa région supérieure. Chez d'autres espèces, la disposition distique n'existe pas, et, dans ce cas, si l'on peut quelquefois lui rattacher la structure interne, elle n'est pas traduite à l'extérieur par des feuilles rudimentaires. Dans l'inflorescence mâle du Maïs la disposition distique existe tout à la base; elle disparaît un peu plus haut.

» Apparition des rameaux. — Dans les *Setaria germanica, Tragus racemosus, Sporobolus tenacissimus, Zea Mays,* etc., les rameaux apparaissent de bas en haut, en plusieurs séries verticales ou inclinées, réparties autour de l'axe.

» Chez le *Tripsacum dactyloides,* dont l'inflorescence consiste en un, deux ou trois épis, les courts rameaux, portant chacun un ou deux épillets, naissent également de bas en haut, en deux séries d'abord à peu près unilatérales, mais rejetées de côté par l'épaississement du rachis.

» Dans un grand nombre de plantes où règne la disposition distique et où les mérithalles sont accusés, les rameaux apparaissent nettement aussi de bas en haut, comme les mérithalles eux-mêmes (*Hordeum murinum, vulgare, Cynosurus cristatus,* etc.) Mais, chez quantité d'espèces, il faut la plus grande attention pour se convaincre de l'existence de cette apparition basifuge des rameaux. C'est qu'il survient plus ou moins tôt, chez la géné-

ralité des espèces citées ici, un mode d'accroissement analogue à celui que j'ai signalé antérieurement dans des feuilles composées (*Galega officinalis*, etc.). Il arrive que, de très bonne heure, le deuxième rameau, puis le troisième, le quatrième, etc., croissent plus vite que celui ou ceux qui les ont précédés, en sorte que bientôt ils l'emportent tellement sur ceux-ci, que, sans un examen attentif, on pourrait les croire nés avant eux (*Phleum asperum, Bœhmeri, Triticum monococcum, Aira pulchella, Mibora verna, Phalaris canariensis*, etc.). Cet accroissement prédominant des rameaux plus haut placés s'effectue déjà quand il naît encore de nouveaux rameaux dans la partie supérieure du rachis. Ce sont aussi ces rameaux le plus accrus qui, les premiers, se divisent pour produire des rameaux secondaires, ou des glumes et des glumelles, quand le rameau primaire n'a qu'un seul épillet.

» Parmi les plantes qui viennent d'être nommées, le *Mibora verna* mérite une mention spéciale. Sa tige foliifère produit d'abord un petit axe d'inflorescence droit, nu, cylindrique, qui peut n'avoir que $0^{mm},20$ de longueur. Cet axe devient légèrement flexueux sur deux côtés opposés. Ensuite les sinus s'élèvent, et bientôt ceux du milieu dépassent les inférieurs. Un peu plus tard ils sont eux-mêmes dépassés par les supérieurs. Alors le sommet de l'axe produit l'épillet terminal, qui, le premier, présente ses enveloppes et les organes sexuels. Après lui c'est le rameau latéral supérieur qui forme le deuxième épillet, et ainsi de suite des autres régulièrement de haut en bas.

» Quand on s'est convaincu que les rameaux de la région moyenne ou d'en haut peuvent croître plus vite que ceux d'en bas, certainement nés avant eux, on est tenté de croire que les rameaux primaires naissent toujours de bas en haut du rachis. Cependant un assez bon nombre de plantes tendent à infirmer cette opinion, et d'autres la contredisent formellement.

» Nous trouvons chez de très jeunes inflorescences, étudiées à un âge convenable, des *Triticum Spelta, vulgare, villosum, Glyceria fluitans, Poa annua, Psilurus nardoides, Milium effusum, Lolium multiflorum*, etc., que les rameaux de la région moyenne sont plus développés que ceux d'en bas et d'en haut; qu'à partir de la région moyenne, les rameaux décroissent de haut en bas, de façon à passer graduellement à des mérithalles ne présentant aucune trace de rameau. Au-dessous de mérithalles ayant des rameaux déjà manifestes, il y a souvent des mérithalles seulement élargis verticalement, mais nullement saillants; ils sont préparés à produire un rameau, mais celui-ci n'est pas encore né. Quand il paraîtra, il sera évidemment plus jeune que ceux qui sont au-dessus.

» Ces faits s'expliquent comme ceci : la végétation devient de plus en plus active de bas en haut. Or, n'est-il pas clair que si la végétation des mérithalles inférieurs est à peine sensible, tandis que celle des mérithalles de la région moyenne est relativement grande, ces derniers doivent produire des rameaux avant les inférieurs; et, de même, les mérithalles situés immédiatement au-dessous des plus puissants donneront leurs rameaux avant ceux qui sont plus bas placés. C'est, on le voit, l'apparition basipète des rameaux inférieurs, tandis que par en haut la naissance a lieu normalement de bas en haut. C'est une *formation mixte*.

» Voici encore quelques exemples. Le *Secale cereale* en donne de remarquables. Il faut surtout les chercher dans les bourgeons axillaires des jeunes plantes *qui thallent le moins*, et qui, plus tôt que les autres, commencent à pousser leur tige verticale primaire. Ces bourgeons axillaires montrent souvent un axe d'inflorescence haut d'environ $0^{m},001$, qui est renflé dans sa région moyenne. C'est cette région moyenne renflée qui, la première, produit des rameaux. D'autres rameaux naissent ensuite par en bas et par en haut.

» Chez le *Phleum pratense*, les petits axes d'inflorescences, garnis de bourrelets dans leur partie inférieure (le tiers ou la moitié), peuvent atteindre $1^{mm},15$ ou $1^{mm},35$ sans avoir encore de rameaux saillants, mais la place que ceux-ci doivent occuper se dessine déjà. Sur des axes de $1^{mm},65$ environ les premiers rameaux deviennent proéminents sur la partie dépourvue de bourrelets. On voit déjà quelquefois, immédiatement au-dessous, les mérithalles garnis de bourrelets *s'élargir verticalement un peu*, et montrer qu'ils sont disposés à produire des rameaux, mais ceux-ci n'y sont pas encore nés, tandis que des rameaux sont nettement accusés plus haut. Des inflorescences un peu plus avancées prouvent que des rameaux se développent ensuite de haut en bas sur la partie inférieure garnie de bourrelets, pendant qu'il s'en développe de bas en haut vers le sommet.

» Le *Lagurus ovatus* m'a aussi donné des exemples intéressants. Quelques inflorescences, hautes de $0^{mm},60$ environ, offraient de chaque côté, dans la région moyenne, des rameaux notablement proéminents, et, au-dessous, des mérithalles en voie d'accroissement, mais n'ayant pas encore de rameau saillant. Chez d'autres inflorescences très curieuses, plusieurs rameaux étaient nés *sur un côté de l'axe*, et les plus proéminents des mamelons qui les représentaient étaient les plus haut placés. De l'autre côté, il n'y avait encore qu'un rameau saillant, et il était situé à petite distance du sommet. Au-dessous étaient des mérithalles évidemment prêts à donner des rameaux, mais ceux-ci n'étaient pas encore nés.

» Le *Nardus stricta* me fournit un argument qui ne laisse aucune place à la discussion. Chaque tige ou rameau donne au-dessus de ses rudiments de feuilles un petit axe nu, d'abord cylindrique, *près de la base* duquel on voit souvent d'un côté quelques faibles ondulations (trois, quatre ou cinq), qui peuvent marquer des mérithalles, mais qui n'ont aucun rapport avec les rudiments des premiers épillets, lesquels naissent loin de là. Cet axe se comprime et prend la forme d'une petite lance obtuse. Un peu plus tard il apparaît sur l'une de ses faces, un peu au-dessous du sommet, quelques sillons transverses (trois ou quatre), disposés en deux séries longitudinales, alternes. Les intervalles de ces sillons sont les premiers indices des rameaux ou épillets. Toute la partie inférieure du jeune rachis en est alors dépourvue. A mesure que ces premiers rameaux s'élèvent, il s'en forme de nouveaux en haut et en bas : en haut seulement un, deux ou trois de chaque côté; en bas un plus grand nombre, de sorte que ce sont toujours les inférieurs qui sont apparus les derniers; ils sont les plus jeunes de tous (¹).

» Je terminerai ce paragraphe par la description du *Lepturus subulatus*, qui a non moins d'importance. Chaque petit axe d'inflorescence donne de bas en haut, sur deux côtés opposés, des mérithalles qui présentent deux aspects (deux phases distinctes). Dans certains cas, les mérithalles superposés sont limités par une courbe simple, et séparés par une sorte d'entaille. Chaque entaille représente le commencement de la cavité sur le bas de laquelle s'insérera l'épillet correspondant. D'autres fois, chaque mérithalle est limité par deux courbes superposées : l'inférieure, plus saillante, est due au bourrelet axillant, la supérieure indique la place du rameau, ou mieux l'un des bords de la cavité dans laquelle naîtra le rameau. Ces deux cas s'observent sur des inflorescences de $0^{mm},37$ à $0^{mm},50$ de hauteur.

Étudie-t-on des épis un peu plus âgés (de $0^{mm},60$ à $0^{mm},75$) par exemple, on trouve souvent que les mérithalles inférieurs n'ont pas changé d'aspect; ils peuvent ne pas posséder encore de rameau, tandis que les mérithalles supérieurs en ont déjà de d'autant plus grands qu'ils sont situés plus haut. En outre, le sommet de l'axe qui produira l'épillet terminal est déjà pourvu

(¹) J'ai souvent vu, sur de jeunes rachis de feuilles composées et d'inflorescences basifuges, apparaître *de bas en haut*, sur des places encore lisses, *par un commencement de dessiccation*, des mérithalles qui n'étaient pas visibles à l'extérieur. Chez le *Nardus stricta* le même fait se produit, mais *de haut en bas*, sur la partie encore lisse du rachis à l'état frais. — L'apicule qui termine le rachis d'un épi adulte commence, près de la base du jeune épillet supérieur, comme une proéminence ou petite écaille latérale.

des rudiments de ses deux glumes et de la glumelle externe de la fleur inférieure, celle-ci étant représentée par un mamelon cellulaire.

» Il résulte de là que l'épillet supérieur est le premier ébauché; que les épillets latéraux supérieurs sont moins avancés, puisqu'ils n'ont pas encore de trace de leur glume; que les épillets placés au-dessous sont représentés par des mamelons cellulaires de moins en moins développés; enfin, que les rameaux ou épillets d'en bas ne sont pas encore nés. Un peu plus tard, on peut les voir apparaître comme un petit mamelon derrière la courbe formée par le bord de la cavité mentionnée. Donc, ici, l'on peut conclure que les mérithalles sont nés de bas en haut, mais que les rameaux sont nés de haut en bas.

» Je crois devoir prévenir que les épis que j'ai pu avoir à un âge convenable avaient de cinq à neuf épillets de chaque côté. Les épis les plus développés en ont jusqu'à quinze ou seize de chaque côté. J'en ferai l'étude l'été prochain.

» Ordre d'accroissement. — Les sucs, en montant dans le rachis, déterminent la formation de parties nouvelles, et quand la multiplication des mérithalles cesse au sommet, l'accumulation des sucs y excite un accroissement temporairement plus considérable qu'en bas, que suit l'accroissement basipète observé. Mais cette cause n'agit pas seule; car 1° l'accroissement ne se comporte pas dans les épillets pluriflores comme dans le rachis primaire : *toujours les fleurs supérieures sont les dernières formées et accrues;* 2° sur le rachis primaire les rameaux de différentes plantes se conduisent diversement.

» Dans le *Lepturus subulatus,* les mérithalles une fois formés de bas en haut, les supérieurs deviennent les plus actifs et produisent les premiers leurs épillets. Le développement continue de haut en bas.

» Dans le *Nardus stricta* les premiers épillets naissent un peu au-dessous du sommet; un, deux ou trois s'ajoutent au-dessus des premiers de chaque côté; tous les autres (souvent dix à onze à chaque rang) naissent de haut en bas. L'accroissement prédomine alors au sommet et s'effectue ensuite de haut en bas.

» Dans les *Secale cereale, Triticum Spelta, vulgare, villosum, Phleum pratense, Poa annua, Glyceria fluitans, Psilurus nardoides,* etc., c'est la région moyenne qui d'abord est plus active, et qui la première produit des rameaux; il en résulte naturellement que la naissance des rameaux progresse ensuite de haut en bas dans la partie inférieure, de bas en haut dans la partie supérieure. En outre, dans les *Secale cereale, Triticum Spelta* et *vulgare,* les

rameaux de la région moyenne (c'est-à-dire des rameaux insérés à hauteur quelconque entre les plus bas et les plus haut placés sur l'axe) restent les plus développés *à tous les âges*, bien que les supérieurs puissent l'emporter notablement sur ceux d'en bas à un moment donné. Au contraire, dans les autres espèces citées la végétation prédomine par en haut, et il arrive bientôt que tous les rameaux sont d'autant plus avancés qu'ils sont situés plus haut.

» Il en est autrement dans les *Tripsacum dactyloides, Setaria germanica, Tragus racemosus, Sporobolus tenacissimus,* etc.; les rameaux inférieurs naissent *manifestement avant les autres*. Mais chez ces plantes, le développement des supérieurs l'emportant aussi, à un certain âge, sur celui de tous ceux qui sont au-dessous, l'accroissement apparaît alors comme basipète.

» Cet accroissement moindre des rameaux inférieurs n'est pas toujours définitif. Dans quantité de plantes qui le montrent, les rameaux inférieurs continuent de croître plus longtemps que les supérieurs et deviennent à la fin plus grands que tous les autres (*Poa annua, Sporobolus tenacissimus,* etc.). Cela a lieu aussi dans le *Tripsacum dactyloides,* quoique le phénomène y soit moins prononcé que dans les autres exemples. Cependant il est des plantes chez lesquelles les rameaux inférieurs restent les plus petits et souvent même avortent (certains *Phleum*), ce qui peut avoir lieu aussi pour quelques-uns des rameaux supérieurs, même quand l'accroissement général a lieu de haut en bas.

» Dans les inflorescences à rameaux très subdivisés, l'accroissement plus précoce en haut qu'en bas se présente aussi fort souvent sur les divisions de chaque rameau primaire, et même parfois sur les divisions de chaque rameau secondaire. Mais si, dans chacun de ces rameaux primaires, vu dans son ensemble, l'accroissement a réellement lieu de haut en bas, c'est-à-dire est plus prompt dans les ramules supérieurs que dans les inférieurs, ce serait pourtant une erreur de croire que les épillets soient toujours d'autant plus petits que les ramules qui les portent sont plus bas placés sur l'axe. Il y a ici une distinction à faire entre les rameaux principaux (secondaires, tertiaires, etc.) et les rameaux terminaux. Tout rameau terminal d'ordre quelconque, qui porte seulement des ramules simples n'ayant qu'un seul épillet, a ordinairement son épillet terminal le plus fort de tous, mais après celui-ci, c'est l'épillet du ramule inférieur qui est le plus gros (il est même quelquefois égal au terminal); les autres épillets latéraux sont d'autant plus faibles qu'ils sont placés plus haut, plus près du terminal, pendant l'accroissement (*Phleum* divers, *Poa trivialis,* etc.). »

PHYSIQUE. — *Influence de la nature des charbons sur la lumière électrique.* Note de M. Th. du Moncel.

« A l'occasion des résultats, probablement exagérés, que les journaux d'Amérique nous font connaître relativement à la nouvelle lampe de M. Edison, qui n'est en définitive qu'une lampe à incandescence d'un système analogue à celui de M. Lodyguine, il me semble à propos de rappeler à l'Académie les expériences que j'ai faites dès l'année 1855 pour montrer les avantages qui peuvent résulter de l'emploi de charbons d'*origine végétale* pour l'accroissement d'éclat de la lumière électrique.

» Ces expériences ont été consignées dans les cinq éditions de ma *Notice sur l'appareil d'induction de Ruhmkorff*, et il me suffira, pour qu'on soit fixé à cet égard, de rapporter quelques-uns des passages de cette Notice qui s'y rapportent. Voici d'abord ce que j'en dis, page 33 de la première édition, publiée en 1855 :

« Si les rhéophores sont terminés par des morceaux de charbon de bois, l'étincelle s'échange à distance comme avec les métaux, seulement les deux points de contact avec les charbons sont beaucoup plus brillants. Si l'on raccourcit cette étincelle, elle prend bientôt au pôle négatif *un éclat particulier et rayonnant* qui peut être comparé à celui d'*un point de lumière électrique issue d'une forte batterie voltaïque*. Elle est, du reste, parfaitement blanche, etc..... »

« Le charbon de cornue présente les mêmes effets que le charbon de bois, *mais ils sont beaucoup moins brillants*; c'est tout au plus si la lumière produite est rayonnante..... »

« Avec le liège rendu conducteur par son immersion dans l'acide sulfurique ou de la basane humectée d'eau acidulée, le phénomène *est beaucoup plus développé et beaucoup plus intense qu'avec le charbon*; on obtient alors un point *tellement lumineux qu'il est difficile de le fixer*. En même temps, le liège ou la basane *se carbonise et brûle*. »

» Quand je présentai à l'Académie, de concert avec M. Fonssagrives, le 23 janvier 1860, mon tube pour éclairer les cavités obscures du corps humain, j'avais essayé plusieurs systèmes de fanaux électriques basés sur l'emploi de charbons d'origine végétale, et voici ce que j'en dis dans la quatrième édition de ma *Notice sur l'appareil de Ruhmkorff* (publiée en 1859, p. 344), à propos de l'application que voulait en faire M. Fonssagrives :

« Le problème peut être résolu de deux manières, soit au moyen du passage du courant induit à travers un petit tube replié sur lui-même et vide d'air, soit au moyen de l'étincelle échangée *entre deux petites lames de charbon de braise séparées par une lamelle de caoutchouc durci et introduites à l'intérieur d'un tube, après avoir été mises en communication*

avec deux fils métalliques assez fins. Avec un peu de soin, on peut faire de cette manière de petits fanaux de $0^m,003$ de diamètre, qui peuvent avoir *assez d'éclat pour illuminer d'une manière très vive un espace restreint.* »

» Il ne s'agissait alors que du simple courant d'une petite bobine de Ruhmkorff, animée par 2 éléments Bunsen.

» Toutefois, c'est au tube illuminé à la façon des tubes de Geissler que j'ai donné la préférence, à cause de la trop grande chaleur développée dans l'autre, et qui l'empêchait d'être applicable à la Médecine; c'est ce qui fait que je n'ai présenté à l'Académie que le premier système, qui a donné naissance, quelque temps après, à la lampe de MM. Dumas et Benoît. La disposition de la partie lumineuse de cet appareil était dans l'origine celle d'un fer à cheval, comme l'est actuellement le charbon de papier carbonisé de la lampe de M. Edison, et ce n'est que plus tard que je tournai en spirale l'un des bouts repliés du tube, afin de multiplier l'effet lumineux. Dans ces conditions, la lumière était assez intense pour faire dire à M. Velpeau qu'elle pouvait parfaitement éclairer le fond d'un puits. Il est donc facile de voir par la description précédente que, *dès l'année* 1859, *j'avais confectionné une véritable bougie électrique,* et je l'avais établie avec deux lames de charbon d'*origine végétale*, corps aujourd'hui regardé en Amérique comme résolvant le problème de l'éclairage électrique, ce qui n'est pas encore pour moi un fait avéré. Les charbons de bois avaient, du reste, été employés dès l'origine par sir Humphry Davy, et M. Foucault, en leur substituant des charbons de cornue dans les applications de la lumière électrique, ne fit cette substitution que pour les faire durer plus longtemps. Toutefois, on ne constata pas à cette époque la différence des pouvoirs lumineux avec ces deux espèces de charbons, et je crois être le premier à en avoir parlé.

» Il est évident que les avantages des charbons d'origine végétale ne peuvent exister que pour les lampes où il n'y a pas de combustion sensible, comme celles qui comportent une ampoule de verre dans laquelle le vide a été fait, et encore je ne voudrais pas affirmer que ce moyen soit bien pratique. »

HYDROLOGIE. — *Sur le désaccord apparent entre les hauteurs observées récemment sur la Seine et les prévisions du Service hydrométrique dans la traversée de Paris*. Note de MM. L. Lalanne et G. Lemoine.

« Dans une Communication que nous avons eu l'honneur de faire à l'Académie le 31 mars 1879 (*Comptes rendus,* t. LXXXVIII, p. 683), nous

rappelions, sans en indiquer le détail, les calculs à l'aide desquels M. Belgrand était arrivé dès 1854 à prévoir numériquement, trois jours à l'avance, les hauteurs des crues à Paris. Sa méthode, qui n'a jusqu'à présent donné lieu à aucun mécompte sérieux, paraîtrait cependant en défaut pour la journée du samedi 3 janvier. En effet, tandis que les dernières prévisions, publiées le vendredi 2 janvier, indiquaient, comme des maxima possibles jusqu'au mardi 6, la hauteur

de $4^{m},80$ à l'échelle du pont d'Austerlitz,
de $4,65$ » » de la Tournelle,
de $5,50$ » » Royal,

et que les hauteurs observées le samedi matin à ces trois échelles [1] n'étaient encore respectivement que de $3^{m},90$, de $3^{m},11$ (?) et de $4^{m},20$ (inférieures par conséquent aux maxima annoncés de $0^{m},90$ à $1^{m},49$), dans l'après-midi du même jour, vers 3^{h} du soir, le niveau s'élevait à $5^{m},60$ au pont d'Austerlitz, à $6^{m},10$ au pont Royal, surpassant le maximum prévu de $0^{m},80$ au premier point, de $0^{m},60$ au second.

» Et cependant les règles données par M. Belgrand n'étaient pas en défaut ! Pour s'en convaincre, il suffit de se rendre compte des effets curieux et parfois terribles du phénomène de la débâcle. C'est dans la journée du vendredi 2 janvier que ce phénomène a commencé à se produire, dans la traversée de Paris, sous l'influence d'une température relativement douce, et favorisé d'ailleurs par les ruptures opérées aux abords des ponts à l'aide de substances explosives. Ce jour-là, vers midi, un *embâcle* considérable se formait en s'appuyant contre les avant-becs des piles du pont Neuf; sous l'influence de ce barrage artificiel, les eaux s'élevaient à l'amont ; puis le barrage, ayant cédé sous l'effort de la pression qu'il subissait, allait se reformer et se rompre successivement à la rencontre de tous les ponts. Les chocs auxquels les piles étaient exposées ont momentanément donné des craintes pour l'existence de quelques-uns de ces ouvrages; ils ont amené le samedi, vers le milieu de la journée, la destruction de l'un d'eux qui était en reconstruction. Le barrage permanent formé aujourd'hui par les ruines du pont des Invalides aurait suffi, sans doute, pour déterminer un regord subit et permanent, augmentant d'une certaine quantité,

---

[1] La détermination du niveau atteint par une rivière qui est gelée présente plusieurs causes d'incertitudes. Au pont d'Austerlitz, la hauteur observée était celle qui correspondait à la surface supérieure des glaçons : au pont Royal et au pont de la Tournelle, on observait le niveau de l'eau après le cassage préalable de la glace.

variable pour les différentes échelles placées à l'amont, variable aussi avec l'importance de la crue, les hauteurs observées comparativement aux prévisions du Service hydrométrique. Mais les observations indiquent bien que les débris du pont des Invalides n'ont joué qu'un rôle assez secondaire, car, dès le dimanche matin 4 janvier, le niveau s'était abaissé de $0^m,95$ au pont d'Austerlitz et de $0^m,60$ au pont Royal. La cote indiquée comme maximum prévu dans nos annonces, très inférieure, comme nous venons de le dire, au maximum observé, se produisait donc en réalité dans la matinée du 4, et, bien loin qu'une recrudescence se soit manifestée du 4 au 6, l'abaissement a marché d'une manière continue jusqu'au 9; les choses se sont passées comme si la réaction brusque en baisse qui a été la suite de la surélévation hâtive et subite du 3 avait effacé les effets calculés de la crue, telle que la faisait prévoir l'état des affluents.

» Pour donner une idée plus complète du phénomène, il convient de parler de ce qui s'est passé à l'amont et à l'aval de Paris.

» Au barrage d'Ablon, près de Villeneuve-Saint-Georges, une surélévation considérable s'est produite le samedi 3, vers 7^h du matin, à la suite d'embâcles formés à l'amont de Choisy-le-Roi. Les eaux ont atteint un niveau supérieur de $0^m,36$ à celui de la crue de 1876, l'une des plus élevées du siècle, puisqu'elle avait atteint à Paris la cote $6^m,69$ à l'échelle du pont d'Austerlitz, soit $1^m,09$ de plus que n'a donné le flot artificiel qui vient de se produire le 3 janvier. A Port-à-l'Anglais, près du confluent de la Marne, la surélévation due à cette grande onde s'était atténuée au point d'être déjà de $0^m,92$ inférieure au maximum de 1876. Malgré cet abaissement progressif bien constaté de l'intumescence dans sa marche de l'amont à l'aval, on ne peut méconnaître l'influence considérable qu'elle a dû exercer sur la brusque surélévation signalée le 3 dans Paris et coïncidant avec l'arrivée d'un flot général de glaces. Il faut dire aussi que la Marne était en forte crue au même moment à son entrée en Seine, par suite surtout de l'apport du Grand-Morin; mais c'était là une des causes naturelles et prévues de la crue annoncée.

» En aval de Paris, aucun embâcle ne s'est produit dans la traversée du département de la Seine, et il est important de noter que dans le département de Seine-et-Oise la débâcle avait commencé plus tôt qu'à Paris, à partir du confluent de l'Oise. Cependant le flot descendant a été gêné par un premier obstacle, dans le bras gauche au droit de Bougival, qui est resté fermé jusqu'au 2 janvier par le barrage de Marly, où un fort embâcle

s'est formé dans la nuit du 3 au 4, derrière une passerelle, le barrage ayant été ouvert dans la nuit du 2 au 3. Les autres embâcles avaient eu lieu dès le 2 entre Maisons et Poissy; ce dernier a duré jusqu'au 5 avec diverses alternatives, c'est-à-dire postérieurement au passage du flot torrentiel, qui a disparu dans la soirée du 4.

» Telles sont les circonstances qui, sans ébranler en rien l'autorité des lois empiriques établies par M. Belgrand, expliquent comment ces lois ont cessé d'être rigoureusement applicables pendant les premiers jours de janvier. Elles s'appliquent au régime *naturel* du fleuve : elles sont donc plus ou moins troublées lorsque des causes locales y substituent un régime plus ou moins artificiel.

» Il était d'autant plus important de faire ressortir les causes des anomalies constatées, que la congélation de la Seine se produit plusieurs fois dans l'espace d'un siècle, et qu'en pareil cas l'attention devra toujours être fortement éveillée sur la coïncidence probable d'une crue ordinaire avec une débâcle générale et successive, accompagnée d'embâcles partiels. Les riverains ne devront pas manquer, lorsqu'une pareille coïncidence est seulement possible, de prendre des précautions particulières, même avant l'époque pour laquelle la crue est annoncée. Ainsi, le quai de Bercy étant submergé dès que le fleuve atteint $4^m,55$ à l'échelle du pont d'Austerlitz, on comprend qu'une surélévation de $1^m,70$ survenant subitement ait pu causer bien des dommages, et l'on s'explique le nombre considérable d'épaves que le courant charriait dans l'après-midi et dans la soirée du samedi 3 janvier. Mais le mal aurait été certainement atténué si, en prévision d'une crue de $4^m,80$, on avait commencé par dégager ce quai jusqu'au niveau de 5^m, dès le premier avertissement.

» Il résulte de mesurages effectués en divers points de la traversée de Paris que l'épaisseur moyenne de la glace était de $0^m,30$ avant le dégel.

» On comprend à quels dangers les constructions les plus solides sont exposées lorsque des blocs aussi volumineux que le sont des glaçons de cette épaisseur, formés d'un seul morceau sur une partie notable de la largeur du fleuve, parfois même étagés les uns sur les autres, viennent en attaquer les supports avec toute la vitesse d'un courant torrentiel. Les vitres d'un bec de gaz scellé au sommet d'une des piles du pont de Choisy ont été brisées par un choc que la pile a reçu lors de la débâcle : à ce simple effet on peut juger de l'intensité de la cause. »

« M. **Dumas** aurait désiré que dans les remarques fort justes de notre confrère M. Lalanne, à côté des riverains auxquels il adresse des conseils de prudence, il eût été question des propriétaires de bateaux, bains, lavoirs, trains de bois, etc., établis sur la Seine ou s'y trouvant momentanément. Brisant leurs amarres et venant se mettre en travers des arches des ponts, ces constructions flottantes sont l'occasion de grands désordres et de sérieux dangers. Les agents de la police de la navigation et les ingénieurs, qui déploient tant de zèle et de courage, sont-ils suffisamment autorisés à exiger ou à prendre toutes les mesures nécessaires pour fortifier l'amarrage de ces masses mobiles? On serait disposé à en douter en voyant les périls qui naissent de leurs déplacements subits. Dans le cas des riverains, il s'agit de leur sûreté personnelle, il suffit de leur signaler les moyens d'y pourvoir; dans le cas sur lequel M. Dumas appelle l'attention, il s'agit surtout du danger qu'on peut faire courir à autrui et de la protection qu'il convient d'assurer à des établissements privés ou publics qui, par l'imprudence ou l'imprévoyance d'un seul, peuvent tous être compromis. Suffit-il dans cette dernière occasion de s'en remettre aux lumières et même aux ressources de l'intérêt particulier? Il ne semble pas. »

« M. le général **Morin**, à l'occasion de la Communication de M. Lalanne sur les circonstances qui ont accompagné la débâcle des glaces de la Seine dans Paris et dans sa banlieue, croit devoir faire remarquer que ces débâcles peuvent se produire de deux façons différentes.

» Tantôt elles commencent par l'aval des cours d'eau et se propagent de proche en proche vers l'amont; tantôt, au contraire, elles ont lieu graduellement de l'amont vers l'aval.

» Dans le premier cas, qui paraît s'être produit ces jours derniers sur le Rhône, au-dessous de Lyon, l'évacuation des glaces se fait graduellement et naturellement, sans occasionner de grands dégâts, pourvu qu'un service de surveillance empêche les amoncellements accidentels de glaçons dans le voisinage des obstacles qui peuvent s'y opposer.

» Mais le cas où la débâcle commence par l'amont et ne se propage que de proche en proche à l'aval est beaucoup plus dangereux et paraît exiger l'organisation éventuelle d'un service et de moyens spéciaux.

» Les glaçons affluant d'amont, arrêtés par la surface inférieure encore gelée et continue, plongent et s'immergent en dessous, obstruent de plus en plus la section d'écoulement et déterminent du côté d'amont des exhausse-

ments du niveau qui, coïncidant souvent avec des causes provenant de pluies ou du dégel général, entraînent des désastres terribles dont on n'a eu que trop d'exemples cet hiver.

» Parer en partie à ces sinistres ne semble pas impossible. Il suffirait que des instructions générales et des moyens d'exécution convenables fussent donnés au Service de la navigation et des cours d'eau pour que la prise générale de toute rivière, dès qu'elle se serait produite, fût immédiatement, à partir de l'aval, rompue, soit à l'aide des moyens ordinaires de la navigation, soit par l'emploi des matières explosives, aujourd'hui si faciles à se procurer et à employer.

» En procédant ainsi régulièrement, avec continuité et de proche en proche de l'aval à l'amont, on maintiendrait le libre écoulement des eaux et des glaçons, et l'on n'aurait plus à craindre des amoncellements épouvantables de glaces comme celui d'environ 6 millions de mètres cubes, qui, en ce moment, cause de si vives inquiétudes à Saumur et dans ses environs.

» Sans doute ce service et ces travaux donneraient lieu parfois, comme cet hiver, à des dépenses considérables, mais elles ne seraient pas comparables à celles que nécessiteraient la réparation des désastres causés par les débâcles et épargneraient aux populations des souffrances et des misères qu'il est du devoir d'un bon gouvernement de leur éviter dans la limite du possible. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les spectres photographiques des étoiles.* Note de M. **W. Huggins**.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie et qui a été insérée aux *Comptes rendus* du 18 décembre 1876, j'ai présenté une copie d'une photographie du spectre de Véga (α de la Lyre), comparé avec le spectre solaire. Je désire, dans la présente Communication, indiquer en peu de mots les résultats que j'ai obtenus depuis cette époque.

» Dans ces recherches, je me suis servi d'un télescope à miroir métallique.

» Le spectroscope consiste en un prisme de spath d'Islande et en deux lentilles de quartz. Il est muni d'une fente étroite, d'environ $\frac{1}{14}$ de millimètre de largeur. Ce spectroscope est fixé au télescope de manière que la fente soit précisément au foyer principal du miroir. J'ai adopté une disposition très simple qui me permet de faire arriver l'image de l'étoile exacte-

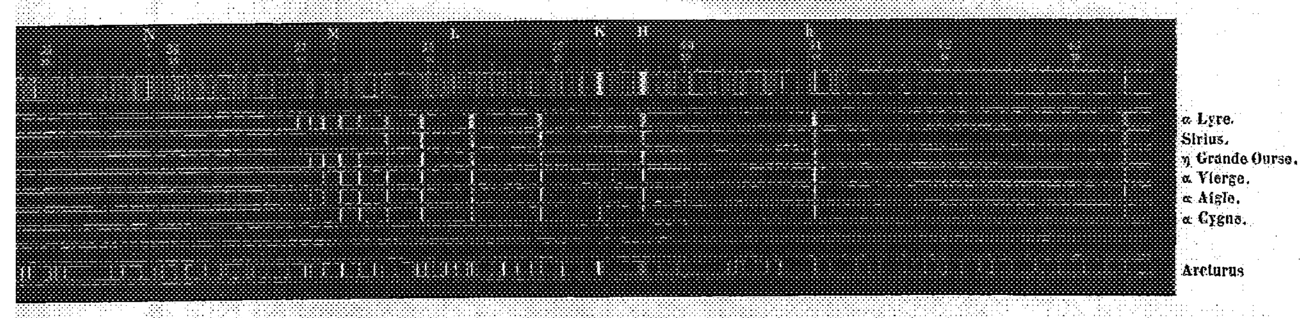
ment sur la fente étroite et de l'y maintenir pendant tout le temps de l'exposition photographique. La fente est munie de deux petits volets à tiroir; après l'exposition à la lumière de l'étoile, on ferme le volet qui était ouvert et on retire l'autre volet : on peut ainsi obtenir sur la même plaque un spectre solaire ou celui d'un corps terrestre, pour servir de comparaison avec le spectre stellaire.

» Les petites photographies n'ont que $0^m,013$ de longueur de G à O dans la partie ultra-violette; mais la netteté est si parfaite, que l'on peut compter au moins sept raies fines entre H et K dans les photographies du spectre solaire.

» Les mesures des raies des photographies ont été obtenues par un micromètre fixé à un microscope convenable. Les longueurs d'onde de ces raies ont été déterminées avec beaucoup de précision, par un procédé graphique, à l'aide de la belle Carte de la portion ultra-violette du spectre solaire de M. Cornu (¹) et des longueurs d'onde des raies du cadmium déterminées par M. Mascart.

» Les résultats principaux sont reportés sur une Carte à côté du spectre normal de M. Cornu. Cette Carte s'étend de G à O dans l'ultra-violet (²).

» Les six premiers spectres de la Carte appartiennent à des étoiles blanches



du type de Véga. Toutes ces étoiles donnent des spectres qui appartiennent essentiellement à un seul type de spectre. Le spectre typique consiste en douze raies très larges et nébuleuses aux bords. Les deux raies les moins réfrangibles de ce groupe coïncident avec les raies de l'hydrogène $\lambda = 4340$ (près de G) et $\lambda = 4101$ (h), la troisième raie avec H du spectre solaire. La raie forte du spectre solaire K n'est représentée que

(¹) *Annales scientifiques de l'École Normale*, 2ᵉ série, t. III.

(²) Une copie photographique sur une échelle très réduite accompagne cette Note; elle a servi de modèle pour graver sur bois la figure ci-jointe.

par une raie fine, et même dans Sirius et η de la Grande Ourse cette raie paraît absente. Ces deux raies H et K du spectre solaire coïncident avec deux raies brillantes du calcium, et on les attribue à la vapeur de ce corps. Il est donc important de faire remarquer qu'une autre paire de raies du calcium, plus réfrangibles, $\lambda = 3736,5$ et $\lambda = 3705,5$ dans la Carte de M. Cornu, n'ont pas de coïncidence avec des raies fortes dans ces étoiles. Je ferai remarquer que les positions relatives de ces douze raies sont en quelque sorte symétriques, chaque paire de raies étant plus rapprochée à mesure qu'elles sont plus réfrangibles. On est donc porté à les regarder comme appartenant probablement à un seul corps. J'ai désigné les neuf raies fortes qui sont plus réfrangibles que H par les lettres de l'alphabet grec :

Longueurs d'onde des douze raies larges typiques.

1.....	4340	(hydrogène près de G).	δ.............	3767,5
2.....	4101	(hydrogène, *h*).	ε............	3745
3.....	3968	H solaire.	ζ............	3730
α.....	3887,5		η............	3717,5
β.....	3834		θ............	3707,5
γ.....	3795		ι............	3699

» Dans les spectres des étoiles les plus typiques, on peut tracer un spectre continu au delà de δ, mais il n'y a point de raies plus réfrangibles que $\lambda = 3699$.

» A mesure que les étoiles s'approchent du type solaire, ces douze raies typiques deviennent moins larges et sans nébulosité aux bords ; d'autres raies fixes se présentent, et la raie qui occupe la position de K du spectre solaire devient large et nébuleuse.

» Dans le dernier spectre de la Carte, celui d'Arcturus, on se trouve de l'autre côté du spectre solaire, dans l'ordre des changements du type de Véga ; la raie K est maintenant plus large que dans le spectre solaire, et toute la partie photographique du spectre est pleine de raies fines et serrées.

» J'ai obtenu aussi des photographies des spectres des étoiles suivantes : β de Pégase, Betelgeuse, la Chèvre, α d'Hercule, α de Pégase.

» Les spectres photographiques des planètes Jupiter, Mars et Vénus ne laissent voir aucun changement du spectre solaire par l'atmosphère de la planète.

» Les photographies du spectre de petites portions de la surface lunaire

sous des conditions différentes d'illumination sont jusqu'ici négatives quant à l'existence d'une atmosphère lunaire.

» J'espère très prochainement appliquer cette méthode photographique aux spectres des nébuleuses gazeuses et aux parties différentes des taches solaires. »

TRAVAUX PUBLICS. — *État des travaux de percement du Saint-Gothard;* par M. **Colladon**. (Extrait d'une Lettre à M. Daubrée.)

Genève, 10 janvier 1880.

« La jonction des deux galeries d'avancement était espérée, pendant le mois d'octobre dernier, pour le commencement de février prochain; mais un incident survenu du côté nord, pendant la seconde moitié de novembre et la presque totalité du mois de décembre, a beaucoup retardé les progrès de la perforation dans la galerie de Göschenen, en sorte que, selon toute probabilité, ce ne sera qu'à la fin de février ou au commencement de mars que le massif du Gothard sera entièrement percé, sur une longueur de 14920^m.

» Depuis le 11 novembre jusqu'au 1er janvier dernier, c'est-à-dire dans cinquante et un jours, l'avancement de la galerie du côté nord n'a été que de $34^m,90$; tandis que, dans les quarante-neuf jours précédents, l'avancement de ce côté avait été de $173^m,10$. Ce retard provenait de la rencontre d'une roche éboulante, qui exerçait de telles pressions que les plus forts boisages avaient de la peine à résister, et le travail de perforation mécanique avait été remplacé par le travail à la main conduit avec prudence.

» Le 28 décembre, la résistance de la roche s'étant un peu améliorée, l'épaisseur du massif qui restait à percer étant d'environ 418^m, les mineurs placés du côté de Göschenen ont commencé à entendre le bruit des explosions de la galerie d'avancement du côté sud. Le lendemain, ce bruit est devenu plus intense, et l'on en a immédiatement conclu que la nature de la roche du côté de Göschenen allait devenir meilleure, ce qui s'est réalisé depuis; car les travaux d'avancement du côté de Göschenen sont aujourd'hui d'environ 3^m par vingt-quatre heures.

» On espère, en outre, que l'on ne trouvera désormais entre les deux têtes (qui ne sont plus distantes aujourd'hui que de 320^m environ) que des couches résistantes et permettant la perforation mécanique.

» La jonction des deux têtes aura l'avantage de faciliter l'aération et de modérer la température actuelle, qui tend à énerver l'activité des travailleurs. »

VITICULTURE. — *Du traitement des vignes phylloxérées* (¹). Note de M. **H. Marès.**

« J'ai vu échouer chez moi tous les moyens basés sur la destruction de l'œuf d'hiver : ainsi les écorçages et les badigeonnages de ceps pratiqués, deux ans de suite, en 1876 et 1877, n'ont jamais produit aucun résultat appréciable. Au contraire, le fait d'innombrables pullulations de Phylloxeras pendant les mois chauds et secs et ceux de l'arrière-saison est constant; chacun l'a observé et peut l'observer encore.

» On le voit se produire sur les fragments de racines conservés en flacons bouchés, pourvu que la température soit suffisante. Par moments, ces racines, d'abord garnies d'assez rares insectes, se recouvrent de Phylloxeras innombrables, qui forment sur elles comme une couche jaune; ils émigrent ensuite en masse sur les parois du flacon. Ce phénomène de grande prolifération peut même se reproduire plusieurs fois sur les mêmes racines, tant qu'elles ne sont pas desséchées. C'est lui qui me paraît être la principale cause de ce qu'on nomme la *réinvasion des vignes.*

» Dans la pratique, les insecticides appliqués sur les racines d'une manière réitérée et aux époques où commence à se manifester la grande pullulation du Phylloxera me paraissent être jusqu'à présent le moyen le plus efficace de défendre la vigne, et l'emploi de l'eau en abondance pour obtenir une bonne diffusion, quand elle est le véhicule de l'insecticide, me paraît devoir assurer ses effets et permettre de l'appliquer à toutes les époques de la végétation de la vigne. C'est le cas de l'emploi par des moyens mécaniques des sulfocarbonates très dilués.

» J'ai pu constater en 1879 l'influence très favorable d'un double traitement au sulfocarbonate dissous dans l'eau sur des vignes de Guarrigue, en sol rocheux. Aucun autre traitement n'aurait pu les défendre et elles auraient succombé, tandis qu'elles ont donné de bons fruits et poussé de beaux sarments.

» Les vignes trop vieilles et trop profondément attaquées, plantées en terrain fort, ont été rebelles à tous les genres de traitement; atteintes de *rougeau* pendant les chaleurs, elles ont péri. Rien mieux que le rougeau ne dénote les altérations profondes que le Phylloxera a fait subir aux racines

(¹) Cette Note fait suite à celle qui a été insérée aux *Comptes rendus* de la séance précédente, p. 28.

principales et au corps même de la souche. Il ne convient donc pas de s'obstiner à la reconstitution de ces vignes : il vaut mieux les arracher et les renouveler.

» Les vignes jeunes prises au début de l'invasion, ou mieux encore traitées préventivement quand le Phylloxera est dans le voisinage, sont celles qui donnent les meilleurs résultats, quel que soit l'insecticide employé, sulfure de carbone ou sulfocarbonate dilué. Elles doivent être fumées.

» Quand on se décide à avoir recours aux traitements insecticides, il faut les appliquer uniformément à toute la vigne, afin d'arrêter partout les pullulations d'insectes et empêcher l'invasion des ceps encore en bon état. Si l'on n'observe pas rigoureusement cette précaution, on voit les attaques se déplacer et prendre parfois une telle intensité que les parties de la vigne attaquées les dernières périssent avant les autres.

» Les vignes françaises que j'ai plantées en sol rocheux et à grand espacement, en 1876, conformément aux dispositions que j'ai fait connaître à cette époque, ont bien réussi, malgré leur proximité de vignes entièrement phylloxérées. Je me suis borné chaque année à leur donner en avril un traitement au moyen de 100^{gr} de sulfocarbonate de potassium et de 45^{lit} d'eau par cep.

» La vigne française peut donc être conservée dans une foule de cas, au moyen de traitements appropriés, pourvu que les produits soient assez élevés pour en payer les dépenses.

» A ce point de vue, on remarquera que le prix de l'insecticide constitue de beaucoup la majeure partie de la dépense. Ainsi, en comptant chaque traitement au sulfure de carbone à raison de 25^{gr} par mètre carré, il en faudra 250^{kg} par hectare, qui, au prix de 45^{fr} les 100^{kg}, coûteront 135^{fr}. La main-d'œuvre, à raison de vingt journées par hectare, coûtera de 40^{fr} à 50^{fr} selon le prix de la journée. Pour les sulfocarbonates, il en est de même, tandis qu'un double traitement nécessite 500^{kg} de matière d'une valeur de 250^{fr}. Les appareils et la main-d'œuvre ne coûtent pas au delà de 100^{fr}.

» Il faut donc viser à diminuer autant que possible le prix des insecticides si l'on veut que l'usage puisse s'en répandre ; si leur valeur baissait de moitié, ce qui serait peut-être réalisable, que de vignes pourraient être utilement traitées et qui sont actuellement condamnées à l'abandon!

» Dans un autre ordre d'idées, l'étude des vignes américaines paraît devoir conduire à l'adoption d'espèces sur les racines desquelles le Phyl-

loxera se développe d'une manière tout à fait insignifiante, quand elle n'est pas nulle : par exemple, certains *Riparia*, comme celui que feu M. Fabre a signalé à l'Académie au mois d'octobre 1877, le *Yorks Madeira* et probablement plusieurs autres actuellement à l'étude. J'ai fait voir que ces vignes sont celles qui s'adaptent le mieux, comme végétation, à tous les sols, et je signale tout spécialement ce fait, car il démontre que la solution du problème actuel de la culture de la vigne gît tout entière dans la destruction du Phylloxera ou dans les dispositions qui mettent obstacle à la présence de cet insecte sur la vigne.

» Ainsi les vignes européennes vivent très bien à l'état de culture dans les sables, parce que le Phylloxera ne peut ni pulluler, ni se propager dans les sables.

» Les vignes européennes convenablement traitées par le sulfure de carbone ou les sulfocarbonates dans les sols bien disposés pour leur diffusion, et, par conséquent, pour la destruction du Phylloxera, végètent et fructifient.

» Les vignes américaines ou autres qui jouissent de la propriété de ne pas nourrir de Phylloxeras sur leurs racines, ou sur lesquelles on n'en trouve que des quantités insignifiantes, végètent vigoureusement dans les foyers phylloxériques les plus intenses et dans les mauvais terrains.

» Jusqu'à présent les vignes américaines ne paraissent guère propres, à part de rares exceptions, qu'à servir de porte-greffes pour conserver les précieuses variétés de vignes de nos vignobles français. C'est à l'expérience de prononcer sur leur valeur et sur leur durée comme porte-greffes. Il est toutefois à présumer qu'on est en droit d'en espérer d'heureux résultats, si l'on considère la facilité avec laquelle un grand nombre d'espèces américaines, et parmi elles les *Riparia*, les *Yorks Madeira*, les *Solonis*, etc., prennent la greffe de nos variétés françaises, comme l'Aramon, la Carignane, le Chasselas, la Clairette, l'Espirau, etc. S'il en était ainsi, ces vignes exotiques permettraient de reconstituer dans un temps assez court les vignobles dont les produits ne pourraient supporter les frais des traitements insecticides.

» Si les insecticides, les vignes américaines, la submersion de certains terrains, la plantation des sables, offrent des ressources au moyen desquelles pourront être défendus, protégés ou reconstitués nos vignobles, pourquoi voit-on certains de leurs promoteurs se faire une guerre acharnée? Nous comprenons peu de pareilles dispositions. Chaque procédé, s'il est bon, se prête mutuellement appui. Les sulfocarbonates et le sulfure de

carbone se complètent d'une manière remarquable : il est probable que les vignobles à vins fins et à gros revenus les appliqueront simultanément.

» Les vignes américaines n'ont rien à craindre de l'application des insecticides, si elles sont susceptibles de produire d'utiles résultats, car les insecticides sont capables, dans bien des cas, de prolonger la durée des espèces américaines, que le Phylloxera finit aussi par rabougrir, quand il s'y multiplie outre mesure. »

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la glycogénèse chez les Infusoires.* Note de M. A. CERTES.

(Commissaires : MM. Pasteur, Van Tieghem, Vulpian.)

« D'après les derniers travaux de Claude Bernard, la fonction glycogénique est une fonction générale que l'on doit retrouver partout où il y a nutrition, c'est-à-dire partout où il y a vie. Dans son Cours de Physiologie générale [1], l'illustre professeur a exposé les faits qui lui permettaient d'affirmer la présence de l'*amidon animal* non seulement dans le foie des Vertébrés, dans les annexes de l'embryon et dans l'œuf, mais aussi chez les Mollusques, les Crustacés, les Vers et les Insectes. Il était intéressant de rechercher si la loi générale formulée par Claude Bernard pouvait être démontrée en ce qui concerne les Infusoires.

» Cl. Bernard avait enseigné que le glycogène se décèle à l'examen microscopique « par la coloration rouge vineux, violacée ou rouge acajou » que cette substance prend sous l'influence de l'iode » [2]. De son côté, M. Ranvier, à l'aide du *sérum iodé*, était arrivé à constater la présence du glycogène dans les cellules lymphatiques, que, sous plus d'un rapport, on peut comparer à des *amibes*. Pour traiter les Infusoires, j'ai emprunté sa méthode au savant professeur du Collège de France ; je lui emprunterai également la description des caractères de la matière glycogène. « La coloration » en brun acajou par l'iode, écrit-il [3], est la réaction caractéristique de

---

[1] *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, publiées par M. Dastre, professeur suppléant à la Sorbonne, 2 vol. ; Paris, 1878-79.

[2] *Loc. cit.*, t. II, p. 91.

[3] *Traité technique d'Histologie*, p. 158.

» la matière glycogène.... Cette matière est homogène; elle se trouve dans » une sorte d'état gommeux qui lui permet de s'étendre partout; aussi peut-» elle même s'échapper de la cellule et former des gouttelettes. Si l'action » du sérum iodé se prolonge, ces gouttelettes se fondent et finissent par pro-» duire autour de la cellule une atmosphère colorée en brun. Ces caractères, » joints à la coloration caractéristique de l'iode, sont communs à la matière » glycogène partout où il s'en trouve. »

» Traités par le sérum iodé, la plupart des Infusoires ne diffluent pas. Il est dès lors possible de suivre les phénomènes provoqués par l'iode et de constater qu'ils ne diffèrent en rien de ceux décrits par M. Ranvier. Au premier abord, la coloration brun acajou paraît diffuse; mais, si l'on règle l'action du réactif et si l'on comprime légèrement les Infusoires, on reconnaît que la coloration épargne toujours certains organes; quelquefois même, elle présente une sorte de localisation. Les noyaux, les nucléoles, les vésicules contractiles ne se colorent jamais. Il en est de même de la cuticule, des cils vibratiles, du filament contractile des *Vorticelles* et même, lorsqu'elles existent, des vacuoles stomacales. Au contraire les expansions sarcodiques des Infusoires fraîchement tués se colorent en *acajou* ou en *rouge vineux*, et la matière colloïde, mise en contact avec l'eau, y diffuse lentement ([1]).

» Ces faits acquièrent une signification encore plus nette lorsque l'on constate d'une espèce à l'autre, dans le même groupe, des différences remarquables de localisation. Chez les *Chilodons*, par exemple, la matière glycogène se montre sous forme de granulations, mesurant de 8 à 16 millièmes de millimètre, disséminées le plus souvent en petit nombre dans le parenchyme. D'autres Infusoires, au contraire, sont bourrés de granulations qui les rendent presque opaques ([2]). Néanmoins, même dans ces dernières espèces, on ne trouve jamais de granulations colorées dans les organes que j'ai déjà signalés comme réfractaires à la réaction de l'iode. Il en est ainsi notamment des nombreux noyaux régulièrement disséminés dans le parenchyme des *Opalines* de la Grenouille.

» D'après mes observations, la fonction glycogénique serait indépendante de la fonction chlorophyllienne, même lorsqu'il s'agit d'Infusoires flagellés, très sensibles à la lumière, chez lesquels la chlorophylle joue cer-

---

([1]) Des dessins faits à la chambre claire ont été placés sous les yeux de l'Académie.

([2]) Je me suis assuré que cette coloration disparaît sous l'action de la chaleur et reparaît par le refroidissement. C'est un des caractères attribués à la réaction glycogénique.

tainement un rôle physiologique important. Dans l'*Englena acus*, par exemple, les grains de chlorophylle noircissent plus ou moins et le noyau se détache en clair, tandis que les bâtonnets de *Paramylon*, également incolores, apparaissent dans une gangue de protoplasma *brun acajou*.

» En ce qui concerne les *Amibes* et les *Rhizopodes*, la réaction glycogénique est moins constante que chez les Infusoires proprement dits. Lorsqu'elle se produit, le noyau et la vacuole contractile ne se colorent jamais.

» Je n'ai pas remarqué que les Infusoires conjugués ou en voie de reproduction fissipare fussent beaucoup plus fortement colorés que les autres, et je n'ai pas réussi, jusqu'à présent, à modifier sensiblement la fonction glycogénique en variant les conditions de température et les milieux nutritifs. La VITALITÉ des animalcules est, au contraire, un facteur important de la glycogénèse. Les Infusoires écrasés ou tués par les réactifs ne se colorent plus au bout d'un certain temps. Cependant, si les animalcules ont été tués par dessiccation, on en trouve toujours un certain nombre qui renferment beaucoup de matière glycogène. Il serait facile de démontrer que ces phénomènes sont d'accord avec les expériences de Cl. Bernard sur le foie lavé des animaux supérieurs et sur les tissus des Invertébrés ([1]).

» Il reste à signaler brièvement l'effet du sérum iodé sur les organismes microscopiques, fort nombreux, qui vivent dans les mêmes eaux que les Infusoires. Les *Rotateurs*, les *Entomostracées*, les *Anguillules*, les *Entozoaires* sont fortement colorés par l'iode. La coloration caractéristique est toujours plus ou moins localisée dans certains organes. Les *Bactéries* et les *Vibrions* ne se colorent jamais. Parmi les *Monades* et les *Flagellés* les plus petits, les uns prennent la teinte brun acajou, d'autres tournent au noir violet, d'autres enfin restent incolores. Le protoplasma des Algues, et en général des cellules végétales, jaunit faiblement. La sphère hyaline des *Volvocinées* ne paraît subir aucune modification ([2]). Ces réactions fort diverses lèveraient tous les doutes, s'il pouvait y en avoir, sur l'importance et la signification de la réaction provoquée par le sérum iodé chez les Infusoires et les autres Protozoaires. Peut-être même pourrait-on se demander si la présence de l'amidon animal ne constituerait pas ce cri-

---

([1]) *Loc. cit.*, p. 107.

([2]) Pour ces observations comme pour les précédentes, il faut avoir soin de rechercher des cellules bien vivantes.

térium vainement cherché depuis si longtemps, qui permettrait de fixer les limites des deux règnes, animal et végétal. Pour élucider cette question, de nouvelles et nombreuses expériences sont nécessaires.

En résumé, si bien des points restent encore obscurs dans la glycogénèse et la nutrition des Infusoires, les résultats auxquels je crois être arrivé sont de nature à encourager ceux qui voudraient pousser plus loin l'étude histologique et physiologique des organismes microscopiques. Dès à présent, des faits nouveaux et positifs viennent confirmer la loi générale formulée par Claude Bernard. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Résistance des Pucerons aux froids rigoureux.* Note de M. J. Lichtenstein (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai essayé de démontrer que, tout comme une plante qui peut se reproduire par graine et par bourgeons, le Phylloxera de la vigne (*Phylloxera vastatrix*) peut se reproduire et par l'œuf fécondé et par les colonies souterraines bourgeonnantes, à durée probablement aussi indéfinie que celle du végétal, à la condition d'avoir *la nourriture et la chaleur nécessaires*. Effectivement cette dernière condition paraît indispensable à la reproduction agame du Puceron; mais elle ne paraît pas nécessaire à la vie de l'insecte.

» Nous avons eu, pendant tout le mois de décembre 1879, des froids de 11° et 12° au-dessous de zéro. Non seulement le Phylloxera souterrain n'en a nullement souffert, mais j'ai pu recueillir sur les plantes et arbres de mon jardin le Puceron du pêcher (*Aphis persicæ* Boyer), le Puceron du fusain (*Aphis ivonymi* Fab.), le Puceron du lierre (*Aphis hederæ* Kalt.), le Puceron du chou (*Aphis brassicæ* Lin.), le Puceron de la bourse du pasteur (*Aphis capsellæ* Kal.), le Puceron de l'épine-vinette (*Rhopalosiphum berberidis* Koch.), tous engourdis par l'air froid extérieur et souvent recouverts de neige ou de givre, mais parfaitement vivants.

» C'étaient tous des Pucerons de la phase que j'ai appelée *bourgeonnante*; sur la même plante, à côté d'eux, il y avait les œufs déposés en automne par la femelle fécondée, morte depuis longtemps.

» J'ai apporté ces Pucerons dans mon cabinet, chauffé à 8° ou 10°, en plantant dans du sable humide la tige sur laquelle ils étaient fixés. Deux ou trois jours après, tous mes Pucerons se sont mis à germer, c'est-à-dire à faire des petits vivants. Suspendue par le froid, la faculté génératrice, ou plutôt la *gemmation*, n'était nullement éteinte.

» Comme nous avons les plantes pérennes et les plantes annuelles, nous retrouvons, chez les Pucerons, des espèces s'éteignant chaque année, sauf l'œuf, et d'autres à reproduction indéfinie par *gemmation*.

» Toutes les espèces citées ci-dessus sont pérennes, et, ce qui est assez curieux, tandis que la chaleur pousse immédiatement les fausses femelles ou *Pseudogynes bourgeonnantes* à émettre leurs gemmations, l'œuf véritable n'éclôt pas et semble attendre la pousse des plantes sur lesquelles il est fixé.

» Les espèces annuelles sont, je crois, bien plus nombreuses que les espèces à durée illimitée; ainsi les Phylloxeras du chêne (*P. quercus*, *P. coccinea*, *P. corticalis*), les Pucerons des ormeaux (*Tetraneura* et *Schizoneura*), ceux du peuplier et des pistachiers (*Pemphigus* et *Aploneura*) ont, quelques-uns au moins, une période où l'œuf seul existe, sans avoir à côté une forme aptère hivernante.

» Une espèce de Puceron sur le chêne (*Vacuna dryoptrica*) est en ce moment (du 1er au 6 janvier) en quantité sous les feuilles du chêne (*Quercus pubescens*) sous forme de sexués, mâle et femelle s'accouplant.

» En définitive, les œufs de tous les Pucerons et les fausses femelles ou *Pseudogynes* hivernantes des espèces à reproduction indéfinie souffrent très peu du froid et paraissent pouvoir résister à de très basses températures. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance:

1° Deux brochures de M. *L. Kœnigsberger*, écrites en allemand et portant pour titre « Histoire de la théorie des transcendantes elliptiques, de 1826 à 1829, » et « Contributions à la théorie des intégrales hyperelliptiques ». (Présenté par M. Hermite.)

2° Une brochure de M. *A. Müntz*, intitulée « Recherches sur l'alimentation et sur la production du travail (extrait des *Annales de l'Institut*

national agronomique, n° 2, 2e année, 1877-78) ». (Présenté par M. Boussingault.)

3° Une brochure de M. *Martin de Brettes*, intitulée « Dépenses probables pour l'amélioration des pensions de retraite des officiers retraités avant 1878 ». (Présenté par M. le général Favé.)

4° La quinzième année du « Journal du Ciel », par M. *J. Vinot*.

ASTRONOMIE. — *Détermination, par les méthodes de M.* Gyldén, *du mouvement de la planète Héra* (103). Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Mouchez.

« Dans le *Compte rendu* de la séance du 30 décembre 1878, j'ai donné les expressions analytiques des perturbations de la planète Héra par Jupiter pendant une révolution complète embrassant les quatre oppositions de 1876, 1877, 1879 et 1880.

» Ces expressions, dans lesquelles les arbitraires introduites par l'intégration ont été déterminées en adoptant pour éléments osculateurs ceux que M. Leveau, astronome adjoint à l'Observatoire, a communiqués (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 59), représentent bien les observations pendant les trois premières oppositions. L'influence des deux planètes Saturne et Mars est en effet beaucoup moindre que celle de Jupiter, et il est permis, dans les premiers calculs, de se limiter à cette seule force perturbatrice.

» Ayant repris ce travail, j'ai voulu y ajouter les actions de Saturne et Mars. On peut espérer que les nouvelles expressions, au moyen desquelles sera calculée l'éphéméride pour la prochaine opposition de 1880, représenteront bien l'ensemble des quatre oppositions.

» Qu'il me soit permis, avant de donner les résultats du présent travail, de rappeler en quelques mots le principe de la méthode due au savant Correspondant de l'Académie. Alors qu'un arc supposé compris entre les limites $-\pi$ et $+\pi$ se représente par la série trigonométrique

$$x = 2(\sin x - \tfrac{1}{2}\sin 2x + \tfrac{1}{3}\sin 3x - \ldots),$$

d'une très faible convergence, il est possible, quand les limites sont plus resserrées et égales à $-\frac{\pi}{2}$ et $+\frac{\pi}{2}$, de représenter l'arc par une série d'une convergence très suffisante pour les applications. Ce résultat permet de transformer les séries doubles suivant ε et g', anomalie excentrique du corps

troublé et anomalie moyenne du corps troublant, en séries simples suivant ε, ce qui facilite, on le conçoit, les transformations, intégrations, etc. Ce n'est pas tout : il y a une infinité de manières de représenter l'arc entre ces limites, et, grâce à cette indétermination, on peut augmenter notablement la convergence des développements (voir *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 960).

» J'ajouterai maintenant que les calculs sont effectués avec facilité au moyen de la remarque suivante : ils consistent tous à multiplier un développement trigonométrique par une fonction trigonométrique entière à deux ou trois termes, à intégrer, et à multiplier en dernier lieu, le résultat par $\sin\varepsilon$ ou $\cos\varepsilon$. Or, on peut avec avantage ramener ces calculs à deux opérations simples effectuées sur les développements trigonométriques, savoir

$$F_1 = \cos\varepsilon \int F \sin\varepsilon\, d\varepsilon - \sin\varepsilon \int F \cos\varepsilon\, d\varepsilon = \sum \frac{Q}{m^2 - 1},$$

$$F_2 = \cos\varepsilon \int F \cos\varepsilon\, d\varepsilon + \sin\varepsilon \int F \sin\varepsilon\, d\varepsilon = \sum \frac{-mQ'}{m^2 - 1},$$

en posant

$$F = \Sigma Q \quad \text{et} \quad Q = A \,{}^{\cos}_{\sin}(m\varepsilon + \alpha).$$

» Dans la suite je me propose de corriger, s'il y a lieu, les éléments osculateurs adoptés, puis de déterminer les éléments moyens, de manière à préparer la voie au calcul des perturbations absolues.

(103) *Héra; époque :* 1877, *octobre* 21,0, *t. m. Paris;* $\varepsilon = 53°35'33''1$.

Perturbations par Jupiter, Saturne et Mars.

$-\frac{\pi}{2} < \varepsilon < +\frac{\pi}{2}$.

Termes.	$n\delta z$.	2ν.	$\frac{u}{\cos i}$.
	''	''	''
const..	− 9,09	+108,71	−0,48
ε.....	− 89,04	− 10,91	+0,07
ε^2....	+ 4,813		
$\varepsilon \sin\varepsilon$..	− 25,16	− 66,55	−0,17
$\varepsilon \sin 2\varepsilon$.	+ 0,48		
$\cos\varepsilon$...	+ 5,40	−136,29	+0,63
$\cos 2\varepsilon$.	+ 1,81	+ 10,25	+0,03
$\cos 3\varepsilon$.	− 0,26	− 1,96	+0,02
$\cos 4\varepsilon$.	+ 0,17	+ 0,64	+0,01

$\frac{\pi}{2} < \varepsilon < 3\frac{\pi}{2}$.

Termes.	$n\delta z$.	2ν.	$\frac{u}{\cos i}$.
	''	''	''
const..	+ 15,10	+106,41	−0,34
ε.....	− 90,33	+ 3,33	+0,07
ε^2....	− 0,626		
$\varepsilon \sin\varepsilon$..	− 20,92	− 72,16	+0,03
$\varepsilon \sin 2\varepsilon$.	+ 0,42		
$\cos\varepsilon$...	− 14,72	−112,19	+0,53
$\cos 2\varepsilon$.	− 1,56	− 2,85	−0,04
$\cos 3\varepsilon$.	− 0,34	− 1,32	−0,01
$\cos 4\varepsilon$	− 0,10	− 0,52	

$-\frac{\pi}{2} < \varepsilon < +\frac{\pi}{2}$.

Termes.	Coefficients. $n\delta z$.	2ν.	$\frac{u}{\cos i}$.
$\cos 5\varepsilon$..	+ 0″,01	− 0″,19	+0″,01
$\cos 6\varepsilon$..	+ 0,03	0,00	
$\cos 7\varepsilon$..	+ 0,02	+ 0,02	
$\cos 8\varepsilon$..		− 0,02	
$\varepsilon\cos\varepsilon$...	− 66,55	+24,48	−0,90
$\varepsilon\cos 2\varepsilon$.	+ 1,31		
$\sin\varepsilon$....	+185,55	+22,79	+0,93
$\sin 2\varepsilon$...	− 9,03	+ 2,58	−0,05
$\sin 3\varepsilon$...	+ 1,15	− 0,39	+0,01
$\sin 4\varepsilon$...	− 0,35	+ 0,20	
$\sin 5\varepsilon$...	+ 0,13	− 0,04	
$\sin 6\varepsilon$...	− 0,03	+ 0,03	
$\sin 7\varepsilon$...	+ 0,01	+ 0,01	
$\sin 8\varepsilon$...			

$\frac{\pi}{2} < \varepsilon < 3\frac{\pi}{2}$.

Termes.	Coefficients. $n\delta z$.	2ν.	$\frac{u}{\cos i}$.
$\cos 5\varepsilon$..	− 0″,03	− 0″,19	
$\cos 6\varepsilon$..	− 0,01	− 0,06	
$\cos 7\varepsilon$..		− 0,01	
$\cos 8\varepsilon$..			
$\varepsilon\cos\varepsilon$...	− 72,16	+21,09	−0″,86
$\varepsilon\cos 2\varepsilon$.	+ 1,42		
$\sin\varepsilon$....	+166,79	− 0,68	+0,44
$\sin 2\varepsilon$...	− 0,63	− 2,27	+0,05
$\sin 3\varepsilon$...	+ 0,74	− 0,61	+0,03
$\sin 4\varepsilon$...	+ 0,30	− 0,21	+0,02
$\sin 5\varepsilon$...	+ 0,12	− 0,07	+0,01
$\sin 6\varepsilon$...	+ 0,05	− 0,03	
$\sin 7\varepsilon$...	+ 0,01	− 0,01	
$\sin 8\varepsilon$...			

» Nous donnons, pour terminer, les différences des principaux coefficients des expressions ci-dessus et de celles qui représentaient la seule action de Jupiter; on pourra se rendre compte de la petite influence que Saturne et Mars exercent sur la planète :

Termes.	Coefficients. $n\delta z$.	2ν.	$\frac{u}{\cos i}$.
const....	+ 4″,41	+ 1″,95	
ε.......	− 1,68	− 1,75	
ε^2.......	+ 0,71		
$\varepsilon\sin\varepsilon$....	− 1,79	+ 0,97	
$\varepsilon\cos\varepsilon$....	+ 0,97	+ 1,68	
$\cos\varepsilon$.....	− 2,84	+ 1,49	
$\cos 2\varepsilon$....	− 0,95	− 0,32	
$\sin\varepsilon$.....	− 2,12	− 1,74	
$\sin 2\varepsilon$....	+ 0,22	− 1,56	

Termes.	Coefficients. $n\delta z$.	2ν.	$\frac{u}{\cos i}$.
const....	+ 5″,52	+ 2″,17	
ε.......	− 1,88	− 0,82	
ε^2.......	+ 0,40		
$\varepsilon\sin\varepsilon$....	− 3,12	+ 0,29	
$\varepsilon\cos\varepsilon$....	+ 0,29	+ 3,07	
$\cos\varepsilon$.....	− 3,95	+ 0,32	
$\cos 2\varepsilon$....	− 1,10	− 0,24	
$\sin\varepsilon$.....	− 0,24	− 2,13	
$\sin 2\varepsilon$....	+ 0,16	− 1,71	

GÉOMÉTRIE. — *Sur les polygones inscrits à une conique et circonscrits à une autre conique.* Note de M. G. **Darboux.**

« Les théorèmes que la Géométrie doit à Poncelet sur les polygones inscrits à une conique et circonscrits à une autre conique ont été l'objet de nombreuses et profondes recherches. Je ne sais cependant si l'on a remarqué la proposition suivante :

» *Toutes les fois que l'on aura un polygone d'ordre n, inscrit à une conique et circonscrit à une autre conique, on pourra obtenir une transformation rationnelle d'ordre n d'une intégrale elliptique dans une autre.*

» Parmi les démonstrations différentes que l'on peut donner de cette proposition, je choisirai la plus élémentaire.

» Considérons un polygone d'ordre n inscrit à une conique (C). Si les équations des différents côtés de ce polygone sont

$$P_1 = 0, \quad \ldots, \quad P_n = 0,$$

on sait [1] que tous les points de la conique satisferont à une équation de la forme

$$\frac{a_1}{P_1} + \frac{a_2}{P_2} + \cdots + \frac{a_n}{P_n} = 0, \tag{1}$$

où $a_1, \ldots, a_n$ sont des constantes convenablement choisies. Supposons que tous les côtés du polygone soient tangents à une nouvelle conique (C'). Les points de cette courbe peuvent être définis rationnellement par les différentes valeurs d'un paramètre λ, et un point quelconque du plan sera déterminé par les valeurs de ce même paramètre, correspondantes aux deux points de contact des tangentes menées de ce point à la conique (C'). Si l'on désigne ces deux valeurs du paramètre λ par ρ, ρ_1, on aura ainsi constitué un système de coordonnées ponctuelles, que j'ai déjà étudié, et l'équation (1) pourra être mise sous la forme

$$\frac{f(\rho)}{\varphi(\rho)} = \frac{f(\rho_1)}{\varphi(\rho_1)}, \tag{2}$$

les symboles f, φ désignant des polynômes d'ordres $n-1$, n respective-

(1) *Voir* mon Ouvrage *Sur une classe remarquable de courbes et de surfaces algébriques*, p. 191.

ment. J'ai démontré (¹) que l'équation

$$\varphi(\rho) - kf(\rho) = 0$$

définit, lorsque k varie, tous les polygones inscrits à (C) et circonscrits à (C′), c'est-à-dire qu'elle donne, pour chaque valeur de k, les paramètres des points de contact des différents côtés du polygone correspondant.

» Cela posé, appelons A_1, A_2, A_3, A_4 les points d'intersection des deux coniques, B_1, B_2, B_3, B_4 les points de contact avec la conique (C) des tangentes communes aux deux coniques (C), (C′); enfin, appelons b_1, b_2, b_3, b_4 les paramètres des points de contact avec C′ des tangentes communes aux deux coniques, b_i étant le paramètre de la tangente dont le point de contact avec (C) est B_i.

» Supposons d'abord n impair. Si l'un des sommets du polygone inscrit à (C) et circonscrit à (C′) vient en B_1, l'un des côtés de ce polygone se réduira à la tangente en B_1. Si l'on numérote les côtés en commençant par cette tangente, on verra facilement que les côtés $2, n$, et de même les côtés $3, n-1; \ldots; k+2, n-k; \ldots; \frac{n+1}{2}, \frac{n+1}{2}+1$ coïncident. Ainsi le polygone a tous ses côtés, sauf le premier, deux à deux confondus. L'extrémité des deux derniers côtés de rangs $\frac{n+1}{2}, \frac{n+1}{2}+1$ sera d'ailleurs l'un des points A_i.

Il suit de là que l'on aura, pour une valeur k_1 de k, l'identité

$$\varphi(\rho) - k_1 f(\rho) = (\rho - b_1)U_1^2,$$

U_1 étant un carré parfait. On démontrera de même les relations

$$\varphi(\rho) - k_2 f(\rho) = (\rho - b_2)U_2^2,$$
$$\varphi(\rho) - k_3 f(\rho) = (\rho - b_3)U_3^2,$$
$$\varphi(\rho) - k_4 f(\rho) = (\rho - b_4)U_4^2,$$

et, par conséquent, d'après le principe de Jacobi, la formule

$$y = \frac{\varphi(\rho)}{f(\rho)}$$

donnera une transformation des deux différentielles

$$\frac{dy}{\sqrt{(y-k_1)(y-k_2)(y-k_3)(y-k_4)}}, \quad \frac{d\rho}{\sqrt{(\rho-b_1)(\rho-b_2)(\rho-b_3)(\rho-b_4)}},$$

l'une dans l'autre.

(¹) *Voir* l'Ouvrage cité, p. 187-188.

» Supposons, en second lieu, que n soit pair. Il y a alors deux espèces de polygones à côtés confondus : 1° ceux qui, partant d'un point B_i, vont aboutir à un autre point B et qui donnent naissance à deux identités de la forme

$$\varphi(\rho) - k_1 f(\rho) = (\rho - b_1)(\rho - b_2)U^2,$$
$$\varphi(\rho) - k_2 f(\rho) = (\rho - b_3)(\rho - b_4)V^2;$$

2° ceux qui, partant de l'un des points A_i, vont se terminer en un autre point A et qui donnent lieu aux deux identités

$$\varphi(\rho) - k_3 f(\rho) = T^2,$$
$$\varphi(\rho) - k_4 f(\rho) = W^2.$$

» L'application du principe de Jacobi conduit ici encore au même résultat que dans le cas de n impair.

» La proposition démontrée dans cette Note peut aussi se déduire de l'expression, qu'il est facile d'obtenir, des polynômes $f(\rho)$, $\varphi(\rho)$.

» J'ajouterai, en terminant, que la proposition réciproque est également vraie. »

ASTRONOMIE. — *Cyclone solaire*. Note de M. **Thollon**, présentée par M. Mouchez.

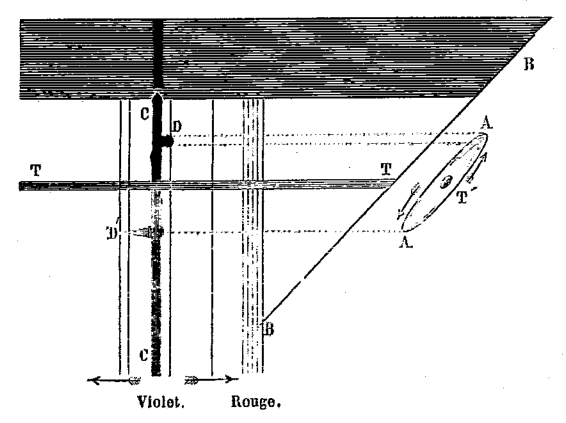
« Dans la journée du 3 janvier, une tache s'est montrée sur le bord oriental du Soleil. Cette tache, qui n'offrait rien d'extraordinaire sous le rapport des dimensions, était caractérisée par un noyau beaucoup plus noir que ceux que j'avais observés jusqu'alors. Vers les 3^h de l'après-midi, en laissant l'image du Soleil se déplacer par le mouvement diurne de manière que la tache passât par le milieu de la fente, je remarquai que la raie C, un moment avant le passage, éprouvait une déviation très prononcée du côté du rouge extrême. L'opération, recommencée plusieurs fois, me montra le phénomène toujours parfaitement accusé, mais avec des apparences un peu différentes, qui indiquaient un changement rapide. Un moment la partie déviée paraissait entièrement détachée de la raie C qui, à l'endroit correspondant, semblait presque effacée.

» Désirant observer cette déviation dans la région F, je me hâtai d'amener les prismes dans la position voulue; les deux minutes employées à cette manœuvre furent suffisantes pour la disparition du phénomène. Revenant

à la raie C, je constatai que la déviation observée n'existait plus ; mais j'en vis apparaître une autre du côté opposé. Celle-ci se montrait un peu après le passage de la tache sur la fente. Elle était de sens opposé à la première et m'a paru lui être parfaitement symétrique comme position par rapport au noyau. Elle offrait un caractère très différent de la première ; celle-ci, en effet, semblait se détacher de la raie C, l'autre au contraire semblait y adhérer, en présentant un maximum de largeur et d'intensité sur la raie même, ainsi qu'un renflement très prononcé du côté opposé. Il y avait sans doute en ce point superposition de deux phénomènes différents.

» Deux raies telluriques, situées l'une à droite l'autre à gauche de C, m'ont permis de mesurer très commodément l'amplitude des déviations observées. Elles correspondent, la première, D, à une vitesse de 60^{km}, et la seconde, D', à la vitesse énorme de 137^{km}.

» Sans conclure d'une manière absolue à l'existence d'un vaste cyclone dont la tache aurait été le centre, il est aisé de voir, d'après la figure ci-jointe, que s'il avait existé un cyclone dans les proportions voulues et



TT, bande obscure produite dans le spectre par l'image de la tache T'.
BB, bord oriental du disque solaire.
CC, raie de l'hydrogène dans le rouge.
D, D', déviations produites dans la raie C par le mouvement tournant AA.
Vitesse correspondant à D = 60^{km}.
Vitesse correspondant à D' = 137^{km}.

animé des vitesses mentionnées ci-dessus, les apparences auraient été exactement celles qui viennent d'être décrites. La disparition subite de l'une des déviations et l'apparition aussi subite de l'autre sont des faits qui ne correspondent pas très bien à l'idée que nous nous faisons de ces vastes tourbillons. Mais il faut remarquer que la tache était très près du bord,

que par suite tout se voyait en perspective dans un milieu photosphérique extrêmement tumultueux qui pouvait à chaque instant masquer et démasquer les phénomènes étudiés et les faire paraître accidentels, bien qu'ils fussent peut-être permanents.

» Tout en observant les déviations importantes dont il vient d'être parlé, j'en ai remarqué deux autres beaucoup plus petites, plus près du centre et de sens opposé, non seulement entre elles, mais avec les premières. Elles étaient disposées d'une manière parfaitement symétrique par rapport à la tache.

» Quant à la tache en elle-même, elle m'a offert des particularités fort intéressantes, sur lesquelles je me propose de revenir quand j'aurai pu compléter, par de nouvelles observations, les études déjà faites à ce sujet. »

PHYSIQUE. — *Sur les lois thermiques des étincelles électriques, produites par les décharges ordinaires, incomplètes et partielles des condensateurs.* Deuxième Note de M. E. VILLARI [1].

« En continuant mes recherches sur la chaleur développée par les étincelles des condensateurs (recherches que j'ai déjà communiquées à l'Académie, par l'entremise de M. Jamin), j'ai examiné aussi les propriétés des étincelles produites par les décharges *incomplètes* et par les décharges *partielles* des mêmes condensateurs; les résultats de ces études forment le sujet de cette Note.

» L'appareil dont je me suis servi consistait en deux batteries parfaitement isolées, dont l'une était formée par dix-huit bouteilles et l'autre par un nombre variable des mêmes bouteilles. Les armatures externes des deux batteries communiquaient toujours entre elles; quant aux armatures internes, on pouvait les réunir à volonté au moyen d'un circuit métallique bien isolé, et dont faisait partie, soit un galvanomètre Wiedmann à fils recouverts de gutta-percha, soit un de mes thermomètres à étincelle, décrit dans la précédente Note [2].

» Je dirigeai mes premières recherches vers l'étude des décharges incomplètes, par le moyen du galvanomètre. Dans ce but, je chargeais la batterie de dix-huit bouteilles toujours avec la même quantité d'électricité et ensuite, à

---

(1) VILLARI, *Accademia dei Lincei* (1878-79); Roma, 1879.

(2) VILLARI, *Comptes rendus*, p. 706, 1879, 1er semestre.

travers le galvanomètre, je la déchargeais dans la seconde batterie (décharge incomplète). Un grand nombre d'expériences, faites en changeant le nombre des bouteilles de la seconde batterie, et, en conséquence, la quantité d'électricité qui formait la décharge incomplète, m'ont conduit à la loi suivante :

» PREMIÈRE LOI. — *Les déviations galvanométriques produites par les décharges incomplètes sont proportionnelles aux quantités d'électricité constituant les décharges mêmes.*

» Après ces expériences préliminaires, qui m'ont servi de guide dans les suivantes, j'ai substitué au galvanomètre mon thermomètre à étincelle, avec lequel je mesurais la chaleur développée par l'étincelle qui s'y formait pendant la décharge du condensateur ; en expérimentant comme dans le cas précédent, j'ai obtenu la loi suivante :

» DEUXIÈME LOI. — *La chaleur engendrée par l'étincelle produite par la décharge incomplète est directement proportionnelle à la quantité d'électricité qui forme cette même étincelle.*

» Après ces études, j'ai cherché à comparer entre elles les propriétés thermiques des étincelles produites dans le ballon par la décharge *ordinaire*, par la décharge *incomplète* et par les deux décharges *partielles* ; j'ai opéré de la manière suivante :

» J'employais deux batteries pareilles et parfaitement isolées ; j'en chargeais une avec une certaine quantité d'électricité ; ensuite je la déchargeais à travers le thermomètre à étincelle, réunissant entre elles l'armature interne avec l'externe (*décharge ordinaire*) et je mesurais la chaleur produite par l'étincelle dans le thermomètre. Je chargeais alors de nouveau la batterie avec la même quantité d'électricité et je la déchargeais ensuite, à travers le thermomètre, dans la seconde batterie (*décharge incomplète*), et je mesurais de la même manière la chaleur produite par l'étincelle dans le thermomètre. Enfin je déchargeais de la manière ordinaire l'électricité restée, après la décharge incomplète, dans les deux batteries (*décharges partielles*) et je mesurais la chaleur produite par les étincelles dans le thermomètre.

» Un grand nombre de mesures, faites avec grand soin, m'ont conduit à des résultats qui peuvent se résumer ainsi :

» Si l'on désigne par C la chaleur produite dans le thermomètre par l'étincelle de la décharge ordinaire, on verra (*cæteris paribus*) que la chaleur produite par les deux étincelles partielles (à part les petites pertes) sera $\frac{1}{2}C + \frac{1}{2}C = C$, et la chaleur développée par l'étincelle due à la décharge incomplète oscillera (selon mes expériences) entre $\frac{3}{4}C$ et $\frac{1}{2}C$ à peu près.

» Ainsi, en déchargeant la première batterie en trois temps, c'est-à-dire avec une décharge incomplète et deux partielles, on produit avec les étincelles des deux dernières décharges toute la chaleur que l'étincelle de la *décharge ordinaire* produirait; par suite, la décharge en trois temps, avec ses étincelles respectives, produit une quantité de chaleur qui surpasse celle qui est engendrée par l'*étincelle ordinaire* (1), de toute celle qui est développée par l'*étincelle incomplète*. Je tire de là deux conséquences :

» La première, c'est que la chaleur développée par l'étincelle est indépendante de la surface du condensateur, dans lequel l'électricité se trouve accumulée; et cela, je l'ai déjà démontré directement (2). La seconde, c'est que, si nous partageons l'électricité accumulée dans une batterie, par le moyen de décharges incomplètes convenables, en 2, 4, 8, 16, etc. batteries égales, cette électricité, en se déchargeant ensuite de toutes les batteries, doit produire constamment (à part les pertes) la même quantité de chaleur qu'elle aurait développée en se déchargeant tout d'un coup, avec une décharge unique d'une seule batterie. Donc les étincelles de toutes les décharges incomplètes, qui ont eu lieu pour répandre l'électricité dans des condensateurs successivement plus amples, produiraient une énorme quantité de chaleur sans diminuer en rien l'énergie thermique de la décharge primitive : résultat naturellement inadmissible.

» Pour donner la raison du dernier résultat, il a fallu faire une étude plus détaillée des décharges des condensateurs. Et, en effet, dans les décharges étudiées par moi, outre l'étincelle qui se produit dans le thermomètre, une seconde étincelle se produit contre le déchargeur, laquelle doit développer une certaine quantité de chaleur; en outre, les fils, au moment de la décharge, doivent s'échauffer. Ainsi, pour faire une étude thermique complète de ces phénomènes, il est nécessaire de mesurer exactement toute la chaleur produite dans ces phénomènes. Ces mêmes mesures ont déjà été exécutées par moi; j'en exposerai les résultats dans une prochaine Communication. »

---

(1) J'appelle, pour être bref, *étincelle ordinaire* et *étincelle incomplète* les étincelles produites par les décharges des mêmes noms.

(2) VILLARI, *loc. cit.*

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variations de la déclinaison magnétique, déduites des observations régulières faites à Moncalieri dans la période* 1871-78. Note du R. P. **Fr. Denza**, présentée par M. Hervé Mangon.

« Dans ces derniers temps, j'ai calculé toutes les valeurs des observations de la déclinaison magnétique faites depuis l'année 1870 à l'observatoire de Moncalieri, au moins six fois par jour (toutes les trois heures, de 6^h du matin à 9^h du soir), avec un grand déclinomètre de Gauss placé solidement dans les souterrains de l'établissement.

» Dans le calcul de l'excursion diurne de la déclinaison, j'ai tenu compte seulement de la période 1871-78 et des seules observations diurnes (6^h du matin, 9^h du soir), et j'ai suivi la méthode adoptée par le R. P. Secchi à l'observatoire du Collège romain, c'est-à-dire que j'ai déduit cette excursion de la plus grande et de la moindre valeur diurne absolue, en tenant compte de toutes les perturbations. De cette manière, l'amplitude de la variation susdite reste plus exacte, et, d'autre part, la marche de chaque année, sans être trop altérée, démontre, avec une plus grande vérité, la relation de cet élément météorique et des causes cosmiques qui influent sur lui, comme, entre autres, la fréquence des taches solaires.

» *Variation mensuelle.* — Les valeurs moyennes de la variation de la déclinaison magnétique pour chaque mois sont les suivantes :

Janvier	5',40	Juillet	9',50
Février	6,20	Août	9,21
Mars	8,67	Septembre	8,37
Avril	10,34	Octobre	7,32
Mai	9,18	Novembre	5,80
Juin	10,06	Décembre	4,09

» Il résulte de ces valeurs :

» 1° Que l'excursion mensuelle moyenne de l'aiguille de déclinaison, en Piémont, atteint le minimum de sa valeur en décembre ;

» 2° Qu'elle augmente ensuite, d'abord plus lentement de décembre à février, puis plus rapidement de février à avril ;

» 3° Que les plus grandes valeurs de l'année arrivent dans les deux mois d'avril et de juin, la première un peu plus grande que la seconde, avec une sensible diminution dans le mois intermédiaire de mai ;

» 4° Que dans les deux autres mois d'été la variation moyenne recom-

mence à diminuer, mais assez lentement, et moins que dans le mois de mai. La diminution continue plus intense dans les mois d'automne jusqu'au mois de décembre.

» *Variation annuelle.* — La loi de variation annuelle moyenne de la déclinaison magnétique dans la période étudiée est indiquée dans le Tableau suivant, qui renferme les valeurs moyennes de chaque année :

1871	11°,56
1872	10,53
1873	9,28
1874	8,21
1875	6,48
1876	6,31
1877	5,83
1878	4,50

» Comme les observations régulières commencèrent seulement en juin 1870, nous n'avons pas tenu compte des sept mois d'observations de cette année-là. Cependant, ces sept mois donnent par eux seuls une moyenne presque égale à celle de l'année suivante 1871, et comme on l'a dit ci-dessus, la plus grande valeur mensuelle doit avoir été dans le mois d'avril, aussi en 1870. On peut ainsi admettre que la plus grande valeur annuelle de la variation moyenne de la déclinaison magnétique pendant la période dont nous nous occupons doit avoir été, à Moncalieri comme en d'autres endroits, en 1870.

» Dans les années suivantes, cette variation moyenne a diminué progressivement jusqu'èn 1878, où l'on trouvera peut-être la plus petite variation annuelle de la période connue de diminution de la déclinaison magnétique. Il y eut une courte interruption de 1875 à 1876.

» Ayant comparé les résultats obtenus dans notre observatoire de Moncalieri avec ceux obtenus dans les deux observatoires de Milan et de Rome (Collège romain), les seuls en Italie qui aient publié les valeurs moyennes mensuelles et annuelles de la variation de la déclinaison magnétique observées dans ces établissements, j'ai trouvé que dans la moyenne générale les trois séries de Rome (1860-76), Milan (1870-78) et Moncalieri (1871-78) offrent un accord plus que suffisant dans la marche, soit mensuelle, soit annuelle, des variations susdites.

» Je donne ici seulement la moyenne générale de cette variation,

résultant des périodes d'observation de chacun des trois observatoires italiens :

	Moyenne générale.
Rome	8',55
Milan	8,64
Moncalieri	7,89

» J'ai aussi trouvé un notable accord entre les observations italiennes et celles faites en d'autres pays d'Europe, même éloignés, comme à Prague, à Christiania, à Munich et à Greenwich.

» Les variations de déclinaison magnétique, considérées dans leur ensemble, offrent donc des phases qui ne sont pas très différentes dans des contrées même très éloignées entre elles.

» Ce phénomène dépend par conséquent de causes cosmiques, qui sont presque uniformes sur toute la surface de la Terre, et l'on sait, en effet, que la marche de l'oscillation diurne de l'aiguille de déclinaison est en relation avec la fréquence et l'intensité des taches et des autres phénomènes qui se succèdent sur le Soleil, avec lesquels elle va d'accord dans son ensemble.

» Si cependant on étudie ces variations dans leurs détails, elles présentent de remarquables anomalies, toutes cependant de second ordre, qui peuvent dépendre, soit de diverses méthodes d'observation, soit de circonstances propres des lieux mêmes, lesquelles sont encore à étudier. »

PHYSIQUE. — *Sur le galvanomètre de Thomson.* Note de M. A. Gaiffe.

« Lorsqu'on mesure des courants électriques à l'aide du galvanomètre à réflexion de Thomson, on constate que les indications lues sur son échelle divisée ne sont pas proportionnelles aux valeurs des courants mesurés et qu'elles s'exagèrent au fur et à mesure que ces valeurs augmentent.

» Cette cause d'erreur provient de ce que les angles de déviation de l'aiguille aimantée sont doublés par la réflexion du miroir et que, par conséquent, ce ne sont pas les tangentes des angles réels de déviation qu'on lit sur l'échelle, mais bien les tangentes des angles doublés. Si l'on peut admettre, sans inconvénient, que la tangente d'un très petit angle doublé est double de celle de l'angle simple, il n'en est pas de même pour les

grands angles, et, quoiqu'on limite les déviations des aiguilles de ce genre d'appareils à 8° environ, soit à l'aide de l'aimant directeur, soit à l'aide de dérivations, les indications sont déjà sensiblement exagérées aux extrémités de l'échelle qu'embrassent ces 8°.

» J'avais essayé de corriger ce défaut, en substituant un fil très fin de platine ($\frac{18}{1000}$ de diamètre) au fil de soie sans torsion qui suspend le système d'aiguilles du galvanomètre; mais le défaut de proportionnalité s'est produit en sens contraire et a été plus considérable.

» J'ai eu recours alors à une suspension bifilaire, composée de deux fils de cocon très rapprochés l'un de l'autre. Les résultats ont été à peu près satisfaisants. Par ce second moyen, les erreurs ne sont pas corrigées complètement; mais elles sont réduites à moins de $\frac{1}{100}$ de la valeur mesurée.

» Les expériences de vérification ont été faites, en profitant de toute l'étendue de l'échelle divisée, à l'aide de trois condensateurs chargés par une même source constante d'électricité. Les condensateurs étaient d'abord chargés et mesurés séparément, et ils étaient ensuite chargés et mesurés réunis. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la potasse contenue dans l'argile des sols arables.* Note de M. A. Perrey.

« Mitscherlich avait annoncé que la potasse se rencontre constamment au nombre des éléments des argiles.

» D'autre part, les travaux d'Ebelmen sur les causes et les résultats de l'altération des roches ignées ont montré comment, sous l'influence des agents atmosphériques et de l'humus du sol, s'opère l'élimination progressive des éléments des roches feldspathiques. Cette élimination donne naissance à un résidu qui a acquis les propriétés caractéristiques de l'argile avant d'avoir atteint la simplicité de composition d'un hydrosilicate d'alumine pur.

» Toutefois, parmi les éléments des nombreuses argiles céramiques analysées par Berthier, par M. Salvetat et d'autres chimistes, la potasse ne figure qu'exceptionnellement en quantité dosable. Nous ne savons de quelle nature étaient les échantillons examinés par Mitscherlich.

» Or M. Schlœsing a reconnu, dans quelques argiles extraites des terres arables, une quantité de potasse très supérieure à celle qu'on trouve dans les kaolins mêmes, et le présent travail généralise son observation.

» Extrait de trente échantillons de sols de qualités très différentes, de provenance éloignée, l'élément argileux, purifié de sable et d'humus conformément au procédé de M. Schlœsing, a été analysé par la méthode de la voie moyenne de M. H. Sainte-Claire Deville; dans la solution nitrique des bases fortes, on a dosé la potasse à l'aide de l'acide perchlorique distillé.

» Les résultats suivants sont rapportés à l'argile privée d'eau :

Provenance de la terre arable.	Potasse pour 100 d'argile.	Provenance de la terre arable.	Potasse pour 100 d'argile.
1. Indre-et-Loire	3,3	16. Saône-et-Loire	4,3
2. »	2,4	17. »	5,4
3. »	2,0	18. »	4,6
4. »	3,5	19. »	5,0
5. »	3,1	20. »	5,0
6. »	1,8	21. »	3,1
7. »	2,9	22. »	7,3
8. »	2,9	23. Seine-Inférieure.....	3,1
9. »	2,0	24. »	4,0
10. »	2,2	25. »	2,9
11. Côte-d'Or..........	3,8	26. »	2,5
12. »	4,4	27. Dordogne..........	3,2
13. »	4,6	28. »	3,3
14. »	4,4	29. »	3,1
15. »	4,8	30. Gironde...........	3,4

2 et 6, terres exceptionnellement fortes.
23 à 26, terres très calcaires.
30, sable fin ne renfermant que 2 pour 100 d'argile.

» Qu'elle provienne de terres exceptionnellement fortes, ou très calcaires, ou composées de sable presque pur, l'argile renferme donc constamment de la potasse, en quantités variant ordinairement de 2 à 5 pour 100, parfois de 1,8 à 7,3 pour 100.

» Il est permis de croire que la végétation tire plus aisément parti de l'alcali contenu dans l'argile que de l'alcali contenu dans le sable, débris de la roche primitive. »

CHIMIE. — *Sur la tension de dissociation de l'hydrate de chloral et sur la tension de vapeur du chloral anhydre.* Note de MM. **Moitessier** et **R. Engel**, présentée par M. Wurtz.

« Dans nos recherches sur l'hydrate de choral, nous avons été amenés à tracer la courbe des tensions de dissociation de l'hydrate de chloral et celle des tensions de vapeur du chloral anhydre. Nous donnons ici les résultats auxquels nous sommes arrivés :

Chloral anhydre.		Hydrate de chloral.	
T.	F.	T.	F.
17	33	17,2	8
17,8	35,4	17,9	9,5
35	77,9	34,8	26,8
46,4	124,3	46,2	58
64,5	249,7	64,3	166,2
77,9	430,8	77,7	323,2

» Les tensions données ne peuvent être considérées comme exactes qu'à $0^m,002$ ou $0^m,003$ près, diverses causes perturbatrices ayant été observées.

» L'hydrate de chloral exige, en effet, une durée de chauffe assez longue pour que le mercure reste à peu près stationnaire. C'est là une première cause d'erreur qu'on peut écarter presque complètement en chauffant pendant assez longtemps. Nous ferons remarquer toutefois que nous n'avons pas observé les différences considérables que Naumann a obtenues en prenant les tensions de dix minutes en dix minutes pendant un temps assez long.

» Lorsque le mercure reste à peu près stationnaire, une nouvelle cause d'erreur intervient. Le chloral anhydre et l'hydrate de chloral, sous l'influence de la chaleur, donnent naissance à de petites quantités d'acide chlorhydrique. Nous avons observé, en effet, que de l'hydrate de chloral, exempt d'acide chlorhydrique, en renferme après avoir été distillé même avec de grandes précautions. Pour apprécier la grandeur de cette cause d'erreur, nous avons chauffé huit jours de suite et pendant une heure chaque jour, dans un tube d'Hofmann, de l'hydrate de chloral à l'aide de la vapeur du sulfure de carbone en ébullition. Les tensions ont varié, pour la même température, de 66 le premier jour à 59 le dernier jour. Le chloral extrait du tube renfermait de petites quantités d'acide chlorhydrique.

» Nous avons déjà conclu de nos expériences sur l'hydrate de chloral à

la dissociation complète de ce composé aux températures de 60° et de 100°.

» Nous nous permettrons d'ajouter l'argument suivant à ceux qui ont été développés par M. Wurtz ([1]). L'hydrate de chloral ne se volatilise pas dans la vapeur de chloral anhydre à une tension supérieure à la tension de dissociation de l'hydrate de chloral à la température où l'on opère ([2]). Il n'obéit donc pas, dans ces conditions, aux lois physiques connues. Si l'on introduit de l'eau dans la vapeur de chloral anhydre à une tension supérieure à la tension de dissociation de l'hydrate, le mercure ne s'abaisse pas dans le tube, comme cela arriverait si la vapeur d'hydrate de chloral existait à cette température, mais au contraire s'élève dans le tube.

» Aucune objection n'a été faite à ces expériences.

» Or, de deux choses l'une, ou nos expériences sont inexactes, auquel cas nous reconnaîtrons volontiers notre erreur; ou la vapeur d'hydrate de chloral n'est qu'un mélange d'eau et de chloral anhydre, et l'hydrate ne se décompose plus et ne se volatilise pas dans la vapeur de chloral anhydre à une tension suffisante. »

PHYSIOLOGIE. — *Effets des injections intra-veineuses de sucre et de gomme.* Note de MM. **R. Moutard-Martin** et **Ch. Richet**, présentée par M. Vulpian.

« I. En poursuivant l'étude des injections de sucre, nous avons observé que les diverses variétés de sucre injectées dans les veines des chiens produisent toujours de la polyurie et de la glycosurie. Ainsi, avec la saccharose et la lactose comme avec le sucre interverti, il y a toujours écoulement abondant d'une urine sucrée. La rapidité avec laquelle se produit cette polyurie est telle, qu'on peut l'observer quarante-cinq secondes seulement après l'injection dans le système veineux général.

» Chez des chiens morphinisés et chloralisés, on peut injecter une grande quantité de sucre, soit 50^{gr} et même plus par kilogramme du poids de l'animal, sans amener la mort. Il suffit que l'introduction dans le sang ne soit pas trop rapide. En dosant la quantité de sucre contenue dans le sang de l'animal vivant encore, nous avons vu que cette quantité pouvait s'élever à 250^{gr} par litre et au delà. A cette forte dose, le sucre produit un état comparable au narcotisme, en sorte que l'animal ne réagit plus que diffici-

([1]) *Comptes rendus*, séance du 22 décembre 1879.

([2]) Moitessier et Engel, *ibid.*, séance du 28 avril 1879.

lement aux différentes excitations. Le cœur et les muscles de la respiration continuent cependant à se mouvoir, et à aucune période de l'intoxication les nerfs moteurs ne cessent d'agir sur les muscles.

» II. Lorsque le sang contient ainsi une grande quantité de sucre, une partie de ce sucre transsude abondamment à travers les muqueuses gastrique et intestinale. En adaptant une canule à l'intestin grêle, nous avons vu, dans certaines expériences, s'écouler par la canule le jet abondant d'un liquide clair, légèrement jaunâtre, transparent, coagulant à peine par l'acide nitrique et contenant une quantité considérable de sucre. Cette transsudation abondante se manifeste dans toutes les expériences par de la diarrhée et des vomissements, dont les produits contiennent toujours du sucre. Il est important de remarquer que, en injectant une quantité d'eau équivalente, nous n'avons obtenu aucun effet ni sur la sécrétion urinaire ni sur la sécrétion intestinale.

» III. La dextrine injectée dans le sang passe à l'état de dextrine dans l'urine, et détermine aussi de la polyurie. Toutefois, l'augmentation de la sécrétion urinaire est moins notable qu'après l'injection de sucre. La dextrine passe également dans les liquides intestinaux, et les vomissements, qui sont très abondants, contiennent une quantité considérable de dextrine.

» IV. L'injection de gomme produit un effet opposé à l'injection de sucre (ou de dextrine), car cette substance, en quantité relativement peu considérable (2^{gr} par kilogramme du poids de l'animal), diminue de près de moitié la polyurie provoquée antérieurement par une injection de sucre. En continuant à injecter de la gomme, on finit par suspendre complètement la sécrétion de l'urine. Une petite quantité de gomme se retrouve dans l'urine recueillie avant ce dernier moment.

» V. Ces faits peuvent servir à la physiologie de la sécrétion urinaire. En mesurant avec l'hémomètre à mercure la pression sanguine, nous avons constaté que l'injection de gomme augmente notablement (de $0^{m},03$ à $0^{m},05$ de mercure) la tension du sang dans les artères, tandis que l'injection de sucre ne modifie pas cette pression. Voici donc deux substances, l'une, le sucre, qui provoque de la polyurie et ne modifie pas la pression, l'autre, la gomme, qui élève la pression et, loin de produire de la polyurie, arrête la sécrétion urinaire. On voit par là ce qu'il faut penser de la théorie qui fait de la sécrétion urinaire une fonction de la pression sanguine [1]. »

(1) Travail du laboratoire de M. Vulpian à la Faculté de Médecine.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur les phénomènes consécutifs à la ligature de la veine cave inférieure, pratiquée au-dessus du foie.* Note de M. **P. Picard.** (Extrait.)

« La ligature de la veine cave inférieure, pratiquée au-dessus du foie à l'aide d'un procédé que j'ai institué et que je ferai connaître, donne lieu à diverses observations.

» Les animaux succombent toujours aux suites de cette opération ; cette terminaison est obtenue dans des temps variables, selon les animaux, entre une demi-heure et trois ou quatre heures.

» La mort résulte d'un mécanisme que j'ai élucidé de la façon suivante. On met un manomètre à mercure en rapport avec le bout central de l'une des carotides (ce manomètre est muni d'un flotteur qui permet d'enregistrer les oscillations de la colonne mercurielle, sur le papier enfumé d'un cylindre enregistreur). On pratique alors la ligature, et l'on voit la colonne mercurielle baisser rapidement et en quelques secondes prendre une valeur égale à $0^m,04$, $0^m,05$, $0^m,06$ de mercure. Le nombre des systoles croît, leur amplitude diminue, etc. ; les phénomènes immédiats sont ceux que déterminerait une hémorrhagie abondante.

» Les faits ultimes sont analogues également à ceux qu'on observerait à la suite d'une anémie brusque ; ils consistent d'abord en un arrêt respiratoire, à la suite duquel la pression moyenne continue à baisser. Le nombre des systoles diminue, ainsi que leur amplitude, et en une minute ou deux on a un arrêt complet du cœur et secondaire.

» La cause de ces phénomènes anémiques est révélée par l'étude des pressions veineuses du système vasculaire sous-diaphragmatique. En effet, au moment de la ligature, en même temps que diminue la tension carotidienne, on voit s'élever les pressions des veines dans les membres inférieurs et dans la cavité péritoniale, et cet accroissement persiste jusqu'à la mort.

» Ces observations montrent que le sang est moins abondant dans les régions supérieures, parce qu'il s'est immobilisé, à la suite de l'opération, dans le système sous-diaphragmatique. Les centres nerveux, les muscles respiratoires, le cœur, etc., sont donc exactement dans les conditions où on les aurait placés si ce sang immobilisé avait été soustrait à l'organisme entier par une hémorrhagie.

» Pendant la durée de la survie des animaux ainsi opérés, on observe les faits suivants :

» 1° En comptant les gouttes que fournit le canal cholédoque, avant et après la ligature de la veine cave, on constate que le nombre en est beau-

coup diminué et que la sécrétion biliaire se trouve à peu près suspendue.

» Ce fait établit une relation nouvelle entre le mécanisme de la sécrétion biliaire et celui de la sécrétion rénale : les deux fonctions se suspendent quand on immobilise le sang en haute tension dans le foie ou les reins. Il nous montre que ce n'est pas l'augmentation simple de pression qui accroît la formation de la bile quand on exagère la tension de la veine porte. C'est la circulation plus active qui se produit sous cette influence quand la veine cave est libre, et c'est sans doute aussi par là que se produit la polyurie qui suit les accroissements de la tension artérielle moyenne.

» Je ferai observer, en outre, que ces faits sont difficiles à comprendre avec l'hypothèse généralement admise et qui voit dans ces sécrétions une filtration simple comme phénomène initial.

» 2° La mesure de la pression dans le canal cholédoque, faite avec un manomètre à eau mis en rapport avec le bout central de ce canal, se montre comme légèrement accrue au moment de la ligature. Les oscillations respiratoires persistent pendant l'oblitération de la veine cave.

» 3° En étudiant le sang de la carotide avant et après la ligature, au point de vue des quantités de fibrine qu'on en peut extraire par le battage, on observe que cette quantité en va diminuant.

» Le sang continuant à traverser les muscles, le poumon, les centres nerveux, etc., et étant dans une condition générale où la quantité de fibrine devrait augmenter, on est porté à penser que c'est à la cessation de l'arrivée du sang venant du foie que cet effet est dû; j'ai d'ailleurs publié déjà divers faits tendant à montrer que cet organe joue un rôle dans l'apparition de la fibrine du sang.

» 4° Je me borne à énoncer les faits suivants, qui se lient à l'étude de divers problèmes physiologiques :

» A. Au moment de la mort, il y a constamment du glucose dans le sang sus-diaphragmatique, et il y en a également dans celui qui revient des membres inférieurs.

» B. Les quantités de glucose contenues dans 1000^{gr} de foie ont augmenté dans des proportions considérables et atteignent alors 17^{gr} à 20^{gr}.

» C. Le sang qui est contenu dans les vaisseaux des membres inférieurs finit par être plus riche en hémoglobine que celui qui circule librement dans les parties supérieures. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

DATES. (1)	Température de l'air, sous l'ancien abri : Minima. (2)	Maxima. (3)	Moyenne. (4)	Moyenne des 24 heures (nouvel abri). (5)	Température du sol, à la surface du gazon : Minima. (6)	Maxima. (7)	Moyenne. (8)	Moyenne des 5 observ. valeurs trihoraires. (9)	à la profondeur de 0m,30 (à midi). (10)	ACTINOMÈTRE. (11)	UDOMÈTRE. (12)	Eau de la terre sans abri : Total en millimètres. (13)	Évaporation en millimètres. (14)	ÉVAPORATION DE L'EAU PURE. (15)	Électricité atmosphérique, abstraction faite du signe (16)	Pour 100mc d'air : Ozone en milligrammes. (17)	Acide carbonique en litres. (18)	Azote ammoniacal en milligr. (19)	Azote organique en milligr. (20)
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	d	mm	mm	mm	mm	D	mg	l	mg	mg
1	- 4,7	1,8	- 1,4	- 2,6	- 6,5	13,2	3,4	- 0,7	2,0	19,4	1,2			.	124	0,2	23,4	1,7	0,5
2	- 6,2	- 1,6	- 3,9	- 5,5	- 9,7	7,4	- 1,1	- 3,8	1,9	23,2	.	.		.	92	0,0	23,4	1,8	0,3
3	-12,7	- 4,9	- 8,8	- 8,6	1 , 9	—0,3	- 7,1	- 8,0	1,5	22,3	0,4	.		.	113	0,2	23,6	2,0	0,4
4	- 7,5	- 2,5	- 5,0	- 4,9	- 8,8	—2,0	- 5,4	- 3,8	1,1	3,3	(20,7)	.		.	144	0,3	23,7	2,2	0,3
5	- 9,9	- 0,5	- 5,2	- 4,4	.	.	.	(-4,1)	1,0	26,6	(9,3)	.		.	77	0,4	23,6	1,7	0,5
6	- 4,7	2,4	- 1,2	- 3,0	- 6,8	0,5	- 3,2	- 3,3	1,0	22,9	2,6	.		.	130	2,8	23,5	1,9	0,5
7	-11,7	- 6,6	- 9,2	-10,5	-17,8	—6,5	-12,2	-11,8	0,9	13,6	.	.		.	154	0,1	23,5	1,8	0,4
8	-15,0	- 4,7	- 9,9	- 9,8	-15,2	—2,5	- 8,9	- 6,4	0,6	3,5	4,8	.		.	50	0,2	23,7	1,4	0,3
9	-18,2	- 9,9	-14,1	-15,6	-21,5	—5,3	-13,4	-14,2	0,2	21,2	.	.		.	147	0,2	23,7	1,8	0,5
10	-23,9	- 6,2	-15,1	-13,2	-23,0	—5,4	-14,2	-11,8	—0,7	3,0	0,4	.		.	84	0,2	23,6	2,0	0,3
11	- 7,5	- 4,9	- 6,2	- 6,7	- 7,0	—2,6	- 4,8	- 5,7	—0,9	5,2	0,0	.		.	100	0,6	23,3	1,2	0,2
12	-10,0	- 2,4	- 6,2	- 5,5	- 9,4	—0,1	- 4,8	- 4,3	—0,8	7,1	0,0	.		.	137	0,4	23,9	1,2	0,2
13	- 4,9	1,8	- 1,6	- 0,9	- 4,5	3,1	- 0,7	0,0	—0,4	5,4	.	.		.	84	0,4	25,3	1,4	0,2
14	- 8,8	- 6,6	- 7,7	- 8,2	-10,0	—5,4	- 7,7	- 7,1	—0,5	9,2	.	.		.	72	0,4	25,6	1,7	0,2
15	- 9,3	- 1,3	- 5,3	- 5,6	- 8,4	—0,6	- 4,5	- 3,0	—0,6	7,1	0,0	.		.	.	0,3	24,8	1,5	0,3
16	-15,0	- 8,1	-11,6	-12,9	-17,8	—5,1	-11,5	-12,1	—1,1	18,1	.	.		.	.	0,3	23,4	1,8	0,3
17	-18,1	- 4,1	-11,1	-11,4	-19,4	—3,6	-11,5	-11,0	—2,2	14,8	0,0	.		.	86	0,1	23,6	1,7	0,7
18	- 9,0	- 3,2	- 6,1	- 6,9	-10,9	0,7	- 5,1	- 6,6	—2,1	18,2	0,0	.		.	76	0,2	23,3	1,4	0,5
19	-11,9	- 2,1	- 7,0	- 7,7	-13,8	—0,9	- 7,4	- 7,3	—2,5	9,0	.	.		.	90	0,1	23,3	1,5	0,5
20	-11,1	- 2,9	- 7,0	- 7,9	-13,4	—1,3	- 7,4	- 7,6	—2,7	18,4	.	.		.	87	0,1	23,1	1,9	0,5
21	-16,2	- 9,1	-12,7	-12,7	-16,0	—5,2	-10,6	-11,3	—3,0	25,0	.	.		.	109	0,1	25,3	1,7	0,4
22	-15,9	- 5,3	-10,6	-11,3	-16,2	—1,4	- 8,8	- 9,0	—3,5	16,6	.	.		.	100	0,2	24,8	1,9	0,6
23	-11,0	- 2,5	- 6,8	- 8,1	-13,3	—1,6	- 7,5	- 7,6	—3,5	14,0	.	.		.	79	0,5	25,5	2,0	0,6
24	-14,9	- 6,6	-10,8	-11,1	-15,7	—1,3	- 8,5	-10,0	—3,7	22,7	.	.		.	88	0,5	25,4	1,8	0,5
25	-11,5	- 1,3	- 6,4	- 6,5	-14,8	—1,4	- 8,1	- 4,9	—3,7	7,8	.	.		.	65	0,7	25,9	1,9	0,4
26	des	cen	dante	- 3,5	- 5,5	—0,9	- 3,2	- 2,2	—2,5	5,6	.	.		.	61	0,2	25,7	1,8	0,5
27	-15,9	- 9,7	-12,8	-12,5	-16,4	—3,7	-10,1	-10,9	—2,4	25,3	.	.		.	69	0,1	26,1	1,8	0,5
28	-15,6	ascend	- 5,2	- 4,6	-16,7	2,1	- 7,3	- 3,4	—2,0	4,4	0,0	.		.	37	0,3	26,2	1,6	0,3
29	ascend	5,2		3,0	0,6	4,4	2,5	2,8	—1,8	2,6	2,5	.		.	33	2,0	26,3	1,9	0,3
30	0,6	4,4	2,5	2,7	- 0,2	5,5	2,7	2,4	—0,7	20,7	0,0	.		.	43	1,9	26,1	1,6	0,6
31		ascen	dante	4,9		ascen	dante	4,3	—0,4	3,3	2,0	.		.	33	0,8	25,7	1,8	0,4
1° déc.	-11,5	- 3,3	- 7,4	- 7,8	-13,3	—0,5	—6,4	- 6,8	1,0	15,9	39,4	.		.	112	0,5	23,6	1,8	0,4
2° déc.	-10,6	- 3,4	- 7,0	- 7,4	-11,5	—1,6	—6,5	- 6,5	—1,4	11,3	0,0	.		.	(92)	0,3	24,0	1,5	0,4
3° déc.	-12,6	- 3,1	- 7,9	- 5,4	-11,4	—0,4	—5,9	- 4,5	—2,5	13,5	4,5	.		.	65	0,7	25,7	1,8	0,5
Mois..	-11,4	- 3,3	- 7,4	- 6,8	-12,1	—0,5	—6,3	- 5,9	—1,0	13,5	43,9	.		.	88	0,5	24,5	1,7	0,4

Observations interrompues par les gelées.

DATES.	Baromètre à midi réduit à zéro (alt. 77m,5). (21)	Magnétomètres à midi : Déclinaison. (22)	Inclinaison. (23)	Composante horizontale. (24)	Vents : Vitesse moyenne en kilomètres par heure. (25)	Direction dominante à terre. (26)	Direction des nuages (k désigne les cirrus). (27)	Psychromètre : Tension de la vapeur. (28)	Humidité relative. (29)
	mm	° ′	° ′		km			mm	
1	747,9	16.56,7	65.29,5		12,5	NW	NNW	3,6	86
2	754,0	56,0	30,6		10,4	NE à SE	NE	2,7	83
3	750,4	56,5	30,0		15,0	E¼NE	WNW k	1,9	83
4	735,7	55,6	29,9		31,9	NE	.	3,0	93
5	748,6	55,5	29,6		28,8	NàWpuisSW	WSW k	2,8	83
6	754,2	56,2	29,9		25,3	WàNW ou N	NW	3,4	84
7	768,7	56,5	29,9		8,9	N¼NE	.	2,0	94
8	766,2	57,0	30,1		13,6	SSW à E	.	2,6	96
9	772,1	56,3	31,5		4,3	ENE	.	1,7	90
10	768,4	56,0	30,6		4,2	S	.	2,1	95
11	770,9	58,8	33,3		3,9	SSW	.	2,7	95
12	772,1	55,6	31,1		4,5	S¼SW	.	3,0	95
13	773,6	55,0	30,2		9,5	Retour à NE	.	4,3	91
14	771,3	55,0	31,2		2,7	NE à NNW	NE	2,3	93
15	767,7	55,8	29,7		5,9	NNW à NE	.	3,0	87
16	767,8	55,2	29,7		6,2	ENE	NE	1,4	76
17	768,0	55,8	30,0		15,7	EpuisNWàNE	.	1,9	93
18	768,2	55,1	30,7		10,5	NNE	.	2,4	85
19	767,5	55,5	29,5		9,5	N¼NE	ESE	2,6	92
20	767,1	54,5	29,5		7,1	NW à NE	.	2,4	91
21	766,6	56,0	30,3		7,0	ENE à S	.	1,9	88
22	770,5	56,4	29,5		7,8	SSE	WSW k	2,0	86
23	774,7	55,5	30,6		6,3	Variable	.	2,4	84
24	769,2	55,3	30,4		8,4	Variable	.	1,7	80
25	770,2	56,3	29,9		4,8	N¼NE	SW k	2,9	96
26	767,5	55,0	29,9		10,0	ENE	.	3,6	95
27	768,0	55,2	30,3		5,5	E puis S	.	1,5	84
28	767,4	55,1	29,2		16,5	S¼SW	.	3,5	93
29	760,3	54,9	29,3		29,4	SSW	S k	5,9	100
30	758,8	56,0	29,4		31,8	SW	.	5,0	89
31	757,8	55,6	29,5		31,3	SW	.	5,8	89
1° déc.	756,6	16.56,2	65.30,2		15,5	.	.	2,6	89
2° déc.	769,4	55,6	30,5		7,6	.	.	2,6	90
3° déc.	766,3	55,7	29,8		14,4	.	.	3,3	89
Mois..	764,2	16.55,8	65.30,2		12,6	.	.	2,8	89

Les grands froids amènent une variation rapide exigeant un surcroît d'expériences de contrôle.

REMARQUES. (30)

La colonne barométrique, en baisse persistante depuis le 16 novembre, éprouve un léger ressaut de 747.2 le 1er décembre vers 6 h. 50 à 754,9 le 2 vers 23 h. 20; après quoi la tourmente, accompagnée d'une chute de neige exceptionnelle, amène un minimum de 730 entre minuit et 1 h. du matin du 4 au 5.

Le mouvement de hausse, également très accentué, qui succède ne subit d'abord qu'un temps d'arrêt très court ayant donné lieu à un rebroussement de 751,6 le 5 vers 18 h. 15 à 746,5 le 2 vers 4 h. 40. Le maximum du 13 à 20 h. (773,5) n'est atteint qu'après deux légères inflexions les 8 et 10, lesquelles coïncident avec une reprise du temps de neige.

L'abaissement excessif de la température est tel, qu'il nous faut remonter jusqu'aux hivers si rigoureux de la fin du dernier siècle pour trouver des circonstances analogues de froid aussi intense et persistant. L'écart de la normale a été moyennement de 10°, mais il y a eu recrudescences marquées aux dates 9 et 10 (écart de —18°,5), 16 et 17 (écart de —15°,5), 21 et 22 (écart de 14°,5) et finalement le 27 (écart de —15°).

Nous insisterons à nouveau sur la marche corrélative du thermomètre et de l'électromètre. Il y a toujours eu exagération très nette de la tendance à un accroissement de tension électrique en même temps que s'établissait la prédominance du courant d'air glacial, et défaillance également bien marquée lorsque la période critique s'est approchée du terme.

Du 13 au 23, la courbe barométrique se creuse un peu, mais la pression n'est pas descendue plus bas que 765,0 le 18 vers 3 h. du matin, c'est-à-dire que nous restions encore à 10 millimètres au-dessus de la moyenne. Elle atteignait enfin 775,3 le 23 vers 9 h. du matin.

Dès le 23 s'accusent les divers symptômes concordants d'un changement de temps; mais le plein dégel ne devait survenir que le 28.

Les quatre dernières journées ont été signalées par des bourrasques du S. O. avec intensité maximum du vent le 30 entre 14 h. et 18 h. (vitesses moyennes horaires de 50 à 60 km.) Minimum barométrique de 754,0 le 30 vers 17 h. 45.

Le dépôt de givre était très fort aux matins des 2, 3, 7, 9, 14 et 27. Brouillard dense les 10, 11, 12, 13, 24 et 25. Temps de neige les 1, 2, 4-5, 6, 8, 10, 11, 15 ainsi que du 17 au 18, et de pluie les 28, 29, 30 et 31. Beau ciel les 9, 16, 18 et 27. Halos du 22 au 23. Agitation des boussoles remarquable surtout du 10 au 12 ainsi que du 22 au 23.

La neige recueillie du 4 au 5 a recouvert le sol jusqu'à la hauteur de 30 centimètres en rase campagne. Celle qui tombait très fine et très serrée dans l'après-midi du 4 fournissait environ les 0,15 de son volume en eau de fusion mais la totalité ne paraît pas avoir donné plus du dixième.

On remarquera que l'éclairement du ciel durant les belles journées s'élève aux 0,75 de la valeur calculée; mais une bonne partie de l'effet tient à la présence de la neige.

MOYENNES HORAIRES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1879.

HEURES.	HAUTEURS du baromètre à 0°.	TEMPÉRATURE de l'air à l'ombre.	TEMPÉRATURE du sol noir sans abri.	DEGRÉ actinométrique.	PSYCHROMÈTRE. TENSION de la vapeur d'eau.	PSYCHROMÈTRE. DEGRÉ hygrométrique.	ÉVAPORATION de l'eau pure.	PLUIE.	VARIATION du poids du sol sans abri.	VITESSE DU VENT.	ÉLECTRICITÉ atmosphérique (sans correct. locale).	DÉCLINAISON de l'aiguille aimantée.	INCLINAISON de l'aiguille aimantée.	COMPOSANTE horizontale.
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
h.	mm	o	o	o	mm			mm	mm	km	Dll	o '	o '	
Mat. 1	763,65	—7,98	»	»	»	»	Observations interrompues par les gelées.	»	.	12,9	»	»	»	.
2	63,65	—8,31	»	»	»	»		»	.	13,4	»	»	»	.
3	63,72	—8,59	»	»	»	»		»	.	12,6	»	»	»	.
4	63,66	—8,88	»	»	»	»		»	.	12,4	»	»	»	.
5	63,69	—9,08	»	»	»	»		»	.	12,4	»	»	»	.
6	63,81	—8,96	—8,98	0,00	2,63	93,5		(15,1)	.	12,4	70,9	16.53,1	65.30,5	.
7	64,00	—8,88	»	»	»	»		»	.	11,5	»	»	»	.
8	64,11	—8,74	»	»	»	»		»	.	11,2	»	»	»	.
9	64,35	—8,23	—7,23	10,78	2,65	91,4		(3,6)	.	11,5	73,8	53,2	30,4	.
10	64,62	—7,23	»	»	»	»		»	.	12,1	»	»	»	.
11	64,47	6,03	»	»	»	»		»	.	11,8	»	»	»	.
Midi.	64,23	—5,07	—2,42	41,29	2,91	86,5		(12,5)	.	11,8	103,5	55,8	30,2	.
Soir. 1	63,98	—4,28	»	»	»	»		»	.	12,6	»	»	»	.
2	63,81	—4,05	»	»	»	»		»	.	12,8	»	»	»	.
3	63,77	—4,14	—3,94	15,60	2,98	83,8		(10,3)	.	13,6	93,7	54,8	30,1	.
4	63,82	—4,66	»	»	»	»		»	.	13,7	»	»	»	.
5	63,86	—5,29	»	»	»	»		»	.	13,6	»	»	»	.
6	63,94	—5,57	—5,84	0,00	3,02	90,4		(2,4)	.	12,9	100,6	53,9	30,5	.
7	63,99	—5,90	»	»	»	»		»	.	13,3	»	»	»	.
8	64,07	—6,19	»	»	»	»		»	.	12,6	»	»	»	.
9	64,10	—6,53	»	»	»	»		»	.	12,7	»	»	»	.
10	64,00	—6,78	»	»	»	»		»	.	12,6	»	»	»	.
11	64,09	—7,14	»	»	»	»		»	.	12,1	»	»	»	.
Minuit.	64,01	—7,32	»	»	»	»		»	.	13,3	»	»	»	.
TOTAUX.	»	»	»	»	»	»		(43,9)	.	»	»	»	»	.
Moy...	763,97	—6,83	—5,68	13,53	2,84	89,1		»	.	12,6	88,5	»	»	.

REMARQUES. (45)

Les résultats de chacune des colonnes (2), (3), (4), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (16), (22), (23), (24), (28), (29), (33), (34), (35), (36), (37), (41), (42), (43), (44), sont fournis par l'observation directe.

Le froid n'a pas permis l'utilisation des enregistreurs de la pluie, de l'humidité et de l'évaporation. Les nombres des colonnes (12) et (38) sont empruntés à la mesure directe faite aux heures d'observation trihoraire le jour.

La moyenne diurne des colonnes (28) et (29) est calculée sur les cinq observations diurnes de 6 h. du matin à 6 h. du soir.

Les valeurs en direction de la force magnétique sont ramenées à la fortification du bastion n° 82.

(5) (21) (25) (31) (32) (40). Résultats fournis par les enregistreurs relevés d'heure en heure.

Les moyennes mensuelles de l'électricité atmosphérique ne portent que sur vingt-neuf jours, les journées des (15) et (16) étant exceptées.

Les parenthèses de la colonne 38 indiquent que l'eau mesurée provenant en partie de la neige rend le nombre approximatif (récoltes variables avec l'emplacement).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JANVIER 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. le colonel *Perrier* pour remplir la place devenue vacante, dans la Section de Géographie et Navigation, par suite du décès de M. *de Tessan*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Perrier** prend place parmi ses confrères.

M. **Resal** présente à l'Académie le Tome V de son « Traité de Mécanique générale », qui comprend les matières enseignées dans la première Partie de son Cours de construction à l'École nationale des Mines, savoir : la résistance des matériaux, les constructions en bois et en pierre, les fondations, les murs de soutènement et ceux des réservoirs.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques.* Note de M. HERMITE.

« XXI. Ce sont les belles et importantes découvertes de M. Füchs dans la théorie générale des équations différentielles linéaires qui permettent ainsi d'obtenir les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'intégrale complète de l'équation considérée soit une fonction uniforme de la variable. Il n'est pas inutile, à l'égard de ces conditions, de remarquer qu'elles se conservent, comme on le vérifie aisément, dans les transformées auxquelles conduit la substitution $y = ze^{-\alpha x}$, à savoir

$$z'' - [2\alpha + f(u)]z' + [\alpha^2 + \alpha f(u) + g(u)]z = 0.$$

J'observe encore que l'on peut supposer doublement périodiques les fonctions $f(u)$ et $g(u)$, en convenant que les quantités $u = 0$, $u = a$, $u = b, \ldots$, au lieu de représenter tous leurs pôles, désigneront seulement ceux de ces pôles qui sont à l'intérieur du rectangle des périodes. Soit donc, en nous plaçant dans ce cas,

$$f(u) = \frac{\mathfrak{P}'}{\mathfrak{P}},$$
$$g(u) = \frac{\mathfrak{Q}}{\mathfrak{P}},$$

ou bien, d'après la remarque qui vient d'être faite,

$$f(u) = 2\alpha + \frac{\mathfrak{P}'}{\mathfrak{P}},$$
$$g(u) = \alpha^2 + \alpha\frac{\mathfrak{P}'}{\mathfrak{P}} + \frac{\mathfrak{Q}}{\mathfrak{P}},$$

α étant une constante arbitraire. Je disposerai de cette constante de sorte qu'on ait

$$f(u) = \frac{H'(u-a)}{H(u-a)} + \frac{H'(u-b)}{H(u-b)} - 2\frac{H'(u)}{H(u)} + \frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)} + \frac{\Theta'(b)}{\Theta(b)},$$

et par conséquent, d'après les formules connues,

$$f(u) = \frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-a)} + \frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-b)}.$$

Cela étant, il est clair qu'on peut écrire, avec trois indéterminées A, B, C,

$$g(u) = \frac{A \operatorname{sn} a}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-a)} + \frac{B \operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-b)} + C,$$

et nous tirerons sur-le-champ de ces expressions les valeurs suivantes :

$$F = -\frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn} a} - \frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn} b},$$

$$G = -A - B,$$

$$f_a = -\frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn} a} + \frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(a-b)},$$

$$g_a = A,$$

$$g_a^1 = -\frac{A \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn} a} + \frac{B \operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(a-b)} + C.$$

Or la condition

$$g_a^1 = g_a(f_a - g_a)$$

conduit à

$$\frac{\operatorname{sn} b (A - B)}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(a-b)} - A^2 - C = 0;$$

le second pôle $u = b$ donne semblablement

$$\frac{\operatorname{sn} a (B - A)}{\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(b-a)} - B^2 - C = 0.$$

et l'on conclut enfin de l'équation $F + G = 0$

$$\frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn} a} + \frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn} b} + A + B = 0.$$

» Je remarque immédiatement que cette dernière relation n'est point distincte des deux autres et qu'elle en résulte en les retranchant membre à membre et divisant par $A - B$. En l'employant avec la première, nous trouvons, par l'élimination de B,

$$A^2 - 2A \frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(a-b)} - \frac{\operatorname{sn}^2 a - \operatorname{sn}^2 b}{\operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2(a-b)} + C = 0,$$

ou encore

$$\left[A - \frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(a-b)}\right]^2 - \frac{1}{\operatorname{sn}^2(a-b)} + C = 0.$$

» Remplaçant désormais C par $\frac{1}{\operatorname{sn}^2(a-b)} - C^2$, on voit qu'on aura

$$A = \frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(a-b)} + C,$$

et par conséquent

$$B = \frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(b-a)} - C.$$

» Telles sont donc, exprimées au moyen de la nouvelle indéterminée C, les valeurs très simples des constantes A et B pour lesquelles, d'après les principes de M. Füchs, l'intégrale complète de l'équation

$$y'' - \left[\frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-a)} + \frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-b)}\right] y' + \left[\frac{A \operatorname{sn} a}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-a)} + \frac{B \operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-b)} + \frac{1}{\operatorname{sn}^2(a-b)} - C^2\right] y = 0$$

est une fonction uniforme de la variable avec le seul pôle $u=0$.

» Nous sommes assurés de plus, par une proposition générale de M. Picard (*Comptes rendus* du 21 juillet 1879, p. 140, et de cette séance, p. 128), que cette intégrale s'exprime dès lors par deux fonctions doublement périodiques de seconde espèce. Si donc on restitue, en faisant la substitution $y = ze^{\alpha x}$, une constante arbitraire dont il a été disposé pour simplifier les calculs, il est certain que la nouvelle équation différentielle contiendra, comme cas particuliers, toutes celles dont il a été précédemment question. C'est, en effet, ce que je ferai bientôt voir; mais je veux auparavant obtenir une confirmation de l'important théorème du jeune géomètre en effectuant directement l'intégration de cette équation et donner ainsi, avant d'aborder des cas plus généraux, un nouvel exemple du procédé déjà employé pour l'équation de Lamé dans le cas le plus simple de $n=1$.

» XXII. Considérons la fonction doublement périodique de seconde espèce la plus générale, admettant pour seul pôle $u=0$, à savoir

$$f(u) = \frac{H'(0)\,\Theta(u+\omega)}{H(u)} e^{\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right]u},$$

et proposons-nous de déterminer ω et λ de telle sorte qu'elle soit une solution de l'équation proposée. Soit, à cet effet, $\Phi(u)$ le résultat de la substitution de $f(u)$ dans son premier membre. Les coefficients de l'équation ayant pour périodes $2K$ et $2iK'$, on voit que cette quantité est une fonction de seconde espèce, ayant les mêmes multiplicateurs que $f(u)$, qui pourra, par conséquent, remplir à son égard le rôle d'élément simple. On voit aussi que les pôles de $\Phi(u)$ sont $u=a$, $u=b$, $u=0$, les deux premiers représentant des infinis simples et le troisième un infini triple. Nous aurons donc

$$\Phi(u) = \mathfrak{A} f(u-a) + \mathfrak{B} f(u-b) + \mathfrak{C} f(u) + \mathfrak{C}' f'(u) + \mathfrak{C}'' f''(u),$$

et la condition $\Phi(u) = 0$ entraîne ces cinq équations

$$\mathfrak{A} = 0, \quad \mathfrak{B} = 0, \quad \mathfrak{C} = 0, \quad \mathfrak{C}' = 0, \quad \mathfrak{C}'' = 0,$$

qu'il est aisé de former, comme on va voir.

» Nous avons pour cela à décomposer en éléments simples les produits de $f(u)$ et $f'(u)$ par deux quantités de la même forme $\frac{\operatorname{sn} p}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-p)}$, c'est-à-dire à chercher les parties principales des développements de ces produits, d'abord suivant les puissances de u, puis, en posant $u = p + \varepsilon$, suivant les puissances de ε. Or il résulte de l'expression de $f(u)$ qu'on a

$$f(u) = \chi(iK' + u)\, e^{\lambda u},$$

$\chi(u)$ désignant la fonction considérée au § V (*Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 821), et par conséquent

$$\begin{aligned} f(u) &= \left[\frac{1}{u} - \frac{1}{2}\left(k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \frac{1+k^2}{3}\right) u + \ldots\right] e^{\lambda u} \\ &= \frac{1}{u} + \lambda + \frac{1}{2}\left(\lambda^2 - k^2 \operatorname{sn}^2 \omega + \frac{1+k^2}{3}\right) u + \ldots . \end{aligned}$$

» On trouve ensuite

$$\frac{\operatorname{sn} p}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-p)} = -\frac{1}{u} - \frac{\operatorname{cn} p \operatorname{dn} p}{\operatorname{sn} p} - \left(\frac{1}{\operatorname{sn}^2 p} - \frac{1+k^2}{2}\right) u + \ldots$$

et sans nouveau calcul, en remplaçant u par $-\varepsilon$,

$$\frac{\operatorname{sn} p}{\operatorname{sn}(p+\varepsilon) \operatorname{sn} \varepsilon} = \frac{1}{\varepsilon} - \frac{\operatorname{cn} p \operatorname{dn} p}{\operatorname{sn} p} + \left(\frac{1}{\operatorname{sn}^2 p} - \frac{1+k^2}{2}\right) \varepsilon + \ldots .$$

Ces développements nous donnent les formules

$$\begin{aligned} \frac{\operatorname{sn} p}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-p)} f(u) &= f(p) f(u-p) - \left(\lambda + \frac{\operatorname{cn} p \operatorname{dn} p}{\operatorname{sn} p}\right) f(u) + f'(u), \\ \frac{\operatorname{sn} p}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-p)} f'(u) &= f'(p) f(u-p) - \frac{1}{2}\left(\lambda^2 - k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \frac{2}{\operatorname{sn}^2 p} + 1 + k^2\right) f(u) \\ &\quad - \frac{\operatorname{cn} p \operatorname{dn} p}{\operatorname{sn} p} f'(u) + \frac{1}{2} f''(u), \end{aligned}$$

et l'on en conclut, en faisant successivement $p = a$, $p = b$, les expressions

cherchées

$$\mathfrak{A} = \mathrm{A}f(a) - f'(a),$$
$$\mathfrak{B} = \mathrm{B}f(b) - f'(b),$$
$$\mathfrak{C} = \lambda^2 - \mathrm{A}\left(\lambda + \frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn} a}\right) - \mathrm{B}\left(\lambda + \frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn} b}\right) - \mathrm{C}^2 + \frac{1}{\operatorname{sn}^2(a-b)}$$
$$+ k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \frac{1}{\operatorname{sn}^2 a} - \frac{1}{\operatorname{sn}^2 b} + 1 + k^2,$$
$$\mathfrak{C}' = \mathrm{A} + \mathrm{B} + \frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn} a} + \frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn} b},$$
$$\mathfrak{C}'' = 0.$$

» Ces résultats obtenus, nous observons d'abord que $\mathfrak{C}'$ s'évanouit, d'après une des relations trouvées entre A et B; j'ajoute que l'équation $\mathfrak{C} = 0$ est une conséquence des deux premières; par conséquent, les cinq conditions se réduisent, comme il est nécessaire, à deux seulement qui serviront à déterminer ω et λ. Nous recourrons, pour l'établir, à la transformation suivante de la valeur de $\mathfrak{C}$. Soit, pour abréger l'écriture,

$$\mathrm{G} = \left(\lambda - \mathrm{C} + \frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn} b}\right)\left(\lambda + \mathrm{C} + \frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn} a}\right),$$
$$\mathrm{H} = \left(\mathrm{A} - \mathrm{C} + \frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn} b}\right)\left(\mathrm{B} + \mathrm{C} + \frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn} a}\right);$$

on a identiquement

$$\mathfrak{C} = \mathrm{G} - \mathrm{H} + (\mathrm{A} - \mathrm{C})(\mathrm{B} + \mathrm{C}) - k^2 \operatorname{sn}^2 \omega + \frac{1}{\operatorname{sn}^2(a-b)} - \frac{1}{\operatorname{sn}^2 a} - \frac{1}{\operatorname{sn}^2 a} + 1 + k^2$$

et plus simplement déjà

$$\mathfrak{C} = \mathrm{G} - \mathrm{H} - k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \frac{1}{\operatorname{sn}^2 a} - \frac{1}{\operatorname{sn}^2 b} + 1 + k^2,$$

les valeurs de A et B que je rappelle,

$$\mathrm{A} = \frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(a-b)} + \mathrm{C}, \quad \mathrm{B} = \frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(b-a)} - \mathrm{C},$$

donnant

$$(\mathrm{A} - \mathrm{C})(\mathrm{B} + \mathrm{C}) = -\frac{1}{\operatorname{sn}^2(a-b)}.$$

Nous obtenons ensuite, en faisant usage de ces expressions,

$$\mathrm{H} = \left[\frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(a-b)} + \frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn} b}\right]\left[\frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(b-a)} + \frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn} a}\right]$$
$$= -\frac{1}{\operatorname{sn}^2(a-b)} + \frac{1}{\operatorname{sn}(a-b)}\left(\frac{\operatorname{sn} b \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn}^2 a} - \frac{\operatorname{sn} a \operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn}^2 b}\right) + \frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a \operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn} b}.$$

On a d'ailleurs

$$\frac{1}{\operatorname{sn}(a-b)}\left(\frac{\operatorname{sn} b \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn}^2 a}-\frac{\operatorname{sn} a \operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn}^2 b}\right)$$
$$=\left(\frac{\operatorname{sn} a \operatorname{cn} b \operatorname{dn} b+\operatorname{sn} b \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn}^2 a-\operatorname{sn}^2 b}\right)\left(\frac{\operatorname{sn}^3 b \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a-\operatorname{sn}^3 a \operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 b}\right)$$
$$=-\frac{\operatorname{sn}^2 a+\operatorname{sn}^2 b}{\operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 b}-\frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a \operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn} b}+1+k^2,$$

et la valeur de H qui en résulte, à savoir

$$H=-\frac{1}{\operatorname{sn}^2(a-b)}-\frac{1}{\operatorname{sn}^2 a}-\frac{1}{\operatorname{sn}^2 b}+1+k^2,$$

donne cette nouvelle réduction :

$$\mathfrak{C}=G-k^2 \operatorname{sn}^2 \omega+\frac{1}{\operatorname{sn}^2(a-b)}.$$

» C'est maintenant qu'il est nécessaire d'introduire les conditions $\mathfrak{A}=0$, $\mathfrak{B}=0$, c'est-à-dire $A=\frac{f'(a)}{f(a)}$, $B=\frac{f'(b)}{f(b)}$. Or, au moyen des valeurs de A, de B et de l'expression

$$\frac{f'(x)}{f(x)}=\frac{\Theta'(x+\omega)}{\Theta(x+\omega)}-\frac{H'(x)}{H(x)}-\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}+\lambda,$$
$$=-k^2 \operatorname{sn} x \operatorname{sn} \omega \operatorname{sn}(x+\omega)-\frac{\operatorname{cn} x \operatorname{dn} x}{\operatorname{sn} x}+\lambda,$$

on en tire

$$\lambda-C=\frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(a-b)}+\frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn} a}+k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{sn} \omega \operatorname{sn}(a+\omega),$$
$$\lambda+C=\frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(b-a)}+\frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn} b}+k^2 \operatorname{sn} b \operatorname{sn} \omega \operatorname{sn}(b+\omega).$$

» Cela étant, une réduction qui se présente facilement donne

$$\lambda-C+\frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn} b}=\frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(a-b)}+k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{sn} \omega \operatorname{sn}(a+\omega),$$
$$\lambda+C+\frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn} a}=\frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(b-a)}+k^2 \operatorname{sn} b \operatorname{sn} \omega \operatorname{sn}(b+\omega),$$

et nous pouvons écrire en conséquence

$$G=\left[\frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(a-b)}+k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{sn} \omega \operatorname{sn}(a+\omega)\right]$$
$$\times\left[\frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(b-a)}+k^2 \operatorname{sn} b \operatorname{sn} \omega \operatorname{sn}(b+\omega)\right].$$

» Je considérerai cette expression comme une fonction doublement périodique de ω, ayant pour infinis simples $\omega = iK' - a$, $\omega = iK' - b$ et pour infini double $\omega = iK'$. Elle présente cette circonstance que les résidus qui correspondent aux infinis simples sont nuls. En effet, des deux facteurs dont elle se compose, le premier s'évanouit en faisant $\omega = iK' - b$ et le second pour $\omega = iK' - a$. Il en résulte que le résidu relatif au troisième pôle $\omega = iK'$ est également nul, de sorte qu'en décomposant en éléments simples on obtient

$$G = - D_\omega \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} + \text{const.} = k^2 \operatorname{sn}^2 \omega + \text{const.}$$

» Posons, afin de déterminer la constante, $\omega = 0$; nous trouverons finalement

$$G = k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \frac{1}{\operatorname{sn}^2(a-b)},$$

et de là résulte, comme il importait essentiellement de le démontrer, que l'équation $\mathfrak{C} = 0$ est une conséquence des relations $\mathfrak{A} = 0$ et $\mathfrak{B} = 0$. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation de l'hydrate de chloral.* Note de M. **Berthelot**.

« 1. L'hydrate de chloral, composé découvert il y a cinquante ans par M. Dumas, a pris dans ces dernières années une importance inattendue, non seulement par ses applications médicales, mais aussi par son rôle dans une question de pure doctrine. Les partisans de la théorie atomique ont pensé, peut-être à tort, qu'il importait à leurs opinions de nier l'existence même de ce composé sous la forme gazeuse. Je ne sais si cette conséquence est nécessaire, mais je vais apporter de nouvelles preuves pour établir que le chloral gazeux et l'eau gazeuse se combinent avec dégagement de chaleur et sans changer d'état.

» 2. Ce n'est pas que la combinaison s'opère immédiatement sur la totalité des deux gaz composants mis en présence : j'ai déjà fait connaître des expériences établissant qu'il n'en est pas ainsi, c'est-à-dire que le chloral gazeux mis en présence de l'eau constitue, dans les premiers moments, un système distinct de la vapeur d'hydrate de chloral [1]. Les expériences

[1] On aurait pu déjà penser qu'il en est ainsi, d'après ce fait bien connu que l'odeur

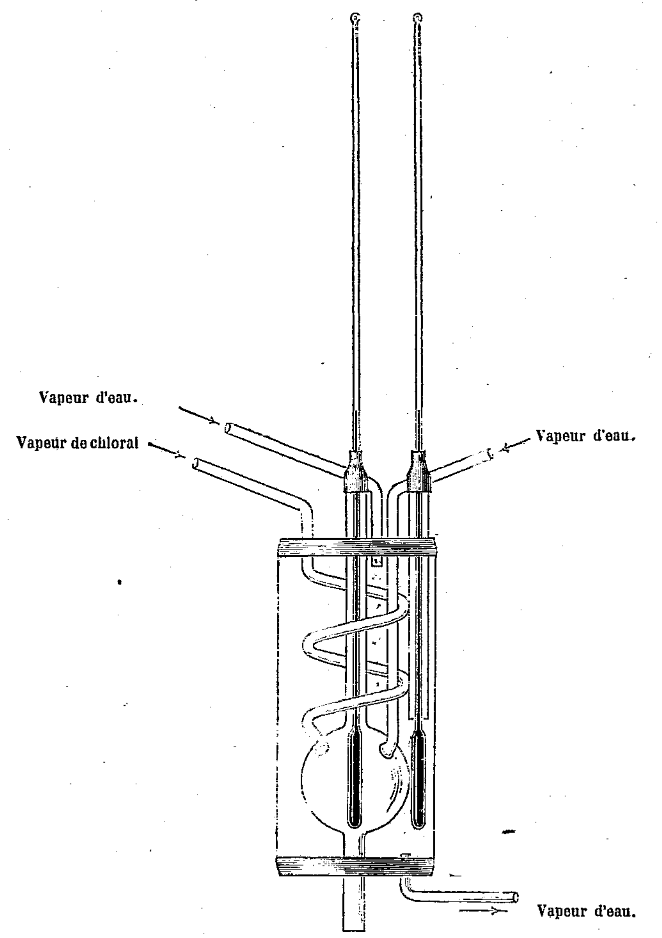
négatives que notre éminent confrère, M. Wurtz, a publiées récemment sur cette question n'étaient donc pas démonstratives. Elles ont été faites d'ailleurs avec un appareil entouré de masses d'eau considérables, dont le contact, médiat ou immédiat, enlève toute sensibilité aux mesures et ne permet pas de constater les faibles variations de température d'une petite masse gazeuse, placée dans son intérieur. J'ai pensé cependant qu'il y avait lieu de rechercher, malgré ces essais infructueux, si la combinaison, même partielle et incomplète, de la vapeur d'eau et du chloral gazeux, telle qu'elle peut s'effectuer pendant un mélange de courte durée, dans un appareil suffisamment délicat, ne donnerait pas lieu à une élévation de température sensible au thermomètre.

» 3. Voici l'appareil que j'ai employé. Il se compose d'une boule de verre mince, dont le diamètre égale $0^m,040$. Cette boule porte à sa partie inférieure une tubulure verticale, large de $0^m,012$, et par laquelle les vapeurs s'écoulent au dehors. A la partie supérieure de la boule se trouvent trois tubulures : l'une centrale et verticale, large de $0^m,008$, destinée à recevoir un thermomètre sensible et plongé dans le mélange gazeux; à droite et à gauche, deux tubulures inclinées et se faisant vis-à-vis, dont l'une amène la vapeur d'eau, et l'autre, contournée en serpentin, la vapeur de chloral. Ce petit appareil est placé dans un cylindre de verre mince, qui l'enveloppe et qui est fermé en haut et en bas par deux bouchons horizontaux. Le bouchon supérieur porte cinq trous, dont trois traversés par les tubulures de la boule; le quatrième porte un tube destiné à recevoir un thermomètre immergé dans la vapeur d'eau; le cinquième amène un courant de vapeur d'eau, lequel circule autour de la boule, élève à 100° tout l'espace intérieur du cylindre et s'échappe au dehors par un tube incliné, traversant le bouchon inférieur. La large tubulure de la boule sort à côté et s'ouvre à $0^m,002$ ou $0^m,003$ au-dessous d'une couche d'eau froide, placée dans un vase à précipité. L'appareil entier n'est guère plus gros que le poing : il est fort simple et facile à construire. La masse des gaz qui réagissent dans la boule est comparable à celle de la vapeur d'eau qui circule dans l'enveloppe; enfin, les propriétés connues de cette même vapeur d'eau et le rôle de sa chaleur latente assurent la constance de la température de l'enceinte, au

---

du chloral est tout à fait distincte de celle de l'hydrate de chloral; elle est bien plus irritante et suffocante. L'hydrate de chloral existe donc, comme gaz distinct du chloral, dans l'atmosphère. D'ailleurs, celle-ci renferme ordinairement bien plus de vapeur d'eau qu'il n'en faudrait pour changer en hydrate les traces de chloral anhydre que l'on y perçoit : ce qui prouve, par surcroît, que la combinaison n'est pas instantanée.

milieu de laquelle la réaction va s'accomplir, bien mieux que ne pourrait le faire l'emploi d'un bain liquide.



Appareil pour démontrer la chaleur dégagée par l'union des vapeurs d'eau et de chloral.

» Je vais donner le détail même de mes expériences, c'est-à-dire la marche de deux thermomètres semblables et juxtaposés : l'un plongé dans l'enceinte, l'autre dans la boule où s'opère le mélange du chloral gazeux et de l'eau gazeuse. Le chloral employé était pur ; quelques grammes de ce corps, dissous dans une proportion d'eau convenable, puis mélangés avec de l'azotate d'argent, fournissaient une liqueur absolument limpide, au moins dans les premiers moments : ce qui prouve l'absence complète d'acide chlorhydrique libre. Par surcroît, le chloral a été rectifié à la température fixe de 98° (dans les conditions de la distillation). Les deux thermomètres avaient été étudiés et vérifiés avec soin.

» Les deux liquides, chloral et eau, étaient chauffés sur des becs de gaz munis de robinets, qui permettaient de régler les ébullitions à chaque instant. Voici les observations.

» On fait passer la vapeur d'eau dans l'enceinte :

	Thermomètre de l'enceinte.	Thermomètre de la boule.
	o	o
Après quelques minutes...........	99,8 (1)	99,7
Après une nouvelle minute (première).	99,8	99,7

» On fait bouillir l'eau et le chloral, et l'on fait arriver les deux vapeurs simultanément dans la boule :

	Thermomètre de l'enceinte.	Thermomètre de la boule.
	o	o
3e minute....................	99,8	100,1
4e »	100,0	100,3
5e »	100,1	103,0

» On fait arriver un peu plus de vapeur d'eau :

	Thermomètre de l'enceinte.	Thermomètre de la boule.
	o	o
6e minute....................	99,7	100,4
7e »	99,4	100,4
8e »	99,2	100,2
9e »	99,5	»
10e »	100,1	101,1
12e »	100,1	101,1
14e »	100,2	101,0
15e »	100,2	101,1
17e »	100,2	101,0

» Ainsi, depuis l'instant où les vapeurs se sont rencontrées et pendant toute la durée de l'expérience, le thermomètre de la boule s'est maintenu à une température plus haute que le thermomètre de l'enceinte.

» Ce qui a semblé plus décisif encore, c'est que la température de la boule a surpassé celle de l'ébullition de l'eau de 1° environ, pendant près de dix minutes; sans parler de la brusque élévation du début, qui pourrait être mise sur le compte de quelque cause accidentelle.

» Le thermomètre de l'enceinte a même paru subir l'influence de la cha-

---

(1) Pression atmosphérique, $0^m,758$; ce qui répond à $99°,9$ comme point d'ébullition de l'eau.

leur rayonnée par la boule juxtaposée, autant qu'il est permis de répondre de 0,1 à 0,2 dans ce genre d'essais.

» Pendant ce temps, 25gr à 30gr de chloral ont distillé. L'hydrate de chloral résultant se dissolvait à mesure dans l'eau échauffée du vase inférieur, quelques gouttelettes même de chloral liquide non combiné descendant dans l'eau en nature avant de s'y dissoudre en totalité : ce qui prouve le caractère incomplet de la combinaison, quoique la distillation fût bien plus lente cette fois que dans mes anciens essais.

» Mais, si l'on parvient à manifester l'élévation de température qui résulte de l'union du chloral gazeux et de l'eau gazeuse, en en réglant la proportion relative, comme je l'ai fait plus haut, je dois ajouter que cette opération est délicate et que rien n'est plus facile que d'observer dans la boule des températures égales ou inférieures à celles de l'enceinte : il suffit d'y faire arriver soit un excès de vapeur d'eau, ce qui égalise les températures, soit un excès de vapeur de chloral, ce qui abaisse la température intérieure. C'est ce que j'ai pris soin de vérifier, à dessein, en poursuivant l'expérience.

» On fait arriver la vapeur d'eau en abondance :

	Thermomètre de l'enceinte.	Thermomètre de la boule.
	o	o
18e minute	99,8	99,8

» On fait arriver alors la vapeur de chloral en excès :

	Thermomètre de l'enceinte.	Thermomètre de la boule.
	o	o
20e minute	99,6	98,4

» Il serait donc facile d'obtenir des résultats négatifs, si l'on ne prenait pas un soin minutieux pour régler les proportions relatives des deux vapeurs introduites dans la boule.

» On a fait alors la contre-épreuve, en ralentissant la vaporisation du chloral :

	Thermomètre de l'enceinte.	Thermomètre de la boule.
	o	o
21e minute	99,4	100,0
22e »	99,7	100,8
23e »	99,5	100,8
24e »	99,4	100,9
25e »	100,2	101,1

» L'expérience a été poursuivie encore pendant dix minutes. Le thermomètre de la boule accusait toujours un excès sensible sur celui de l'enceinte. Cependant, la proportion du chloral diminuant, la vapeur d'eau finit par refluer jusque dans la cornue qui le renferme. On enlève alors cette cornue.

» Comme dernier contrôle, on fait alors circuler la vapeur d'eau seule, ce qui fournit :

	Thermomètre de l'enceinte.	Thermomètre de la boule.
	°	°
40e minute..................	100,1	100,1

au lieu de 99,9, observé sous la même pression : résultat qui accuse un léger déplacement du point 100 des instruments depuis l'époque, récente d'ailleurs, de sa détermination ; le fait est bien connu des physiciens. Mais, que l'on adopte la valeur initiale 99,9 ou la valeur finale 100,1, il n'én demeure pas moins acquis que la température de l'espace où les deux vapeurs se sont rencontrées est demeurée supérieure, pendant plus de vingt-cinq minutes, de 1° environ à celle de l'enceinte ambiante et à la température même de la vapeur d'eau formée sous la pression normale.

» Ce résultat est décisif : il prouve que le chloral gazeux et l'eau gazeuse, par leur mélange à 100°, dégagent de la chaleur. Si ce résultat n'a pas été aperçu par M. Wurtz, c'est à cause du défaut de sensibilité de ses appareils, l'élévation de température produite étant très faible par les raisons suivantes : la combinaison, même totale, dégagerait peu de chaleur ; la combinaison est progressive et s'accomplit seulement sur une fraction des composants, même rigoureusement mélangés, étant donnée la courte durée du contact des gaz au sein de la boule, qu'ils traversent rapidement ; enfin le mélange des gaz est fort imparfait dans ces conditions et leurs proportions relatives sont mal réglées, conditions dont la moindre exagération suffirait pour rendre les expériences négatives. On voit pourquoi celles-ci ont peu de valeur en pareille matière. Le résultat positif que mes essais manifestent n'en est que plus démonstratif. Il prouve, je le répète, que l'hydrate de chloral gazeux se forme avec dégagement de chaleur.

» J'étais déjà parvenu à cette conclusion par une méthode inverse et qui ne démontre pas seulement l'existence du dégagement de chaleur, mais qui en fournit la mesure totale, parce qu'elle prend comme point de départ le composé tout formé (1). Il suffit de mesurer, d'une part, la chaleur dégagée

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 547.

lorsque l'hydrate de chloral gazeux se dissout dans une grande quantité d'eau et, d'autre part, lorsque le chloral anhydre gazeux et l'eau gazeuse, pris séparément, éprouvent la même transformation, l'état final étant identique et démontré tel. La différence entre les deux résultats, évaluée par deux procédés distincts, a été trouvée, pour 165gr,5 d'hydrate de chloral, comprise entre + 1,48 et + 1,96; le dernier nombre paraissant plus voisin de la réalité. Leur écart permet d'apprécier le degré de précision que l'on peut espérer de ce genre d'essais, précision limitée, car la grandeur des erreurs ici est absolue et non proportionnelle aux nombres observés; ce serait en méconnaître le caractère que de les apprécier autrement.

» Quoi qu'il en soit, tous les nombres obtenus sont positifs et ils expriment la chaleur dégagée, c'est-à-dire l'énergie perdue par la combinaison du chloral gazeux et de l'eau gazeuse. Le signe du phénomène qu'ils annoncent est confirmé par mes nouvelles expériences.

» J'ai fourni le détail des justifications indispensables à leur contrôle, et il me paraît démontré, par les expériences qualitatives, aussi bien que par les expériences quantitatives, que le chloral gazeux et l'eau gazeuse se combinent avec dégagement de chaleur, pour former l'hydrate de chloral gazeux. »

CHIMIE. — *Note sur l'hydrate de chloral;* par M. **Ad. Wurtz.**

« La Note insérée dans les *Comptes rendus* du 12 janvier par M. H. Sainte-Claire Deville ne contenant ni un fait ni un argument nouveau, je crois pouvoir me dispenser d'y répondre.

» En ce qui concerne les expériences dont notre confrère M. Berthelot vient d'entretenir l'Académie, je ferai remarquer :

» 1° Que l'appareil à double enceinte que j'ai employé dans mes dernières expériences réalise précisément les conditions qu'il a observées dans son appareil : la boule où les vapeurs se rencontrent est entourée d'une seconde enceinte chauffée par les vapeurs mêmes qui ont traversé la première, où plonge le thermomètre;

» 2° Que le chloral renferme toujours une petite quantité d'acide chlorhydrique contre lequel il faut se mettre en garde; aussi ai-je toujours observé la précaution de faire bouillir *d'abord* le chloral et de ne faire arriver la vapeur d'eau qu'au moment où les premières portions du chloral avaient déjà passé dans le récipient.

» Dans ces conditions je n'ai jamais observé la moindre élévation de température, soit à la pression ordinaire, soit à basse pression. J'ai constaté, au contraire, un petit abaissement de température, dans mon appareil, toutes les fois qu'il a pu se condenser une trace de chloral hydraté sur le thermomètre ou dans la première enceinte. M. Berthelot, opérant dans un autre appareil, a observé une légère élévation de température : avant de me prononcer, je demande la permission de prendre connaissance de son appareil et d'étudier les conditions où il a opéré. »

HYDRAULIQUE. — *Note sur l'utilité des lames courbes concentriques pour amorcer alternativement les siphons au moyen d'une colonne liquide oscillante.* Note de M. A. DE CALIGNY.

« Les lames courbes concentriques, au moyen desquelles j'ai depuis longtemps diminué la résistance de l'eau dans les coudes brusques, peuvent être employées à empêcher l'air de gêner l'écoulement dans les grands siphons alternativement amorcés par une colonne liquide oscillante.

» Quand les siphons, amorcés par un mouvement de bas en haut, ont un assez petit diamètre, la colonne liquide qui s'y élève jusqu'à leur sommet, puis se recourbe jusqu'à ce qu'ils soient amorcés en vertu du mouvement acquis de l'eau dans la première branche, n'est pas divisée par l'air. Il y a même un instant d'hésitation lorsque le mouvement acquis dont il s'agit n'est pas assez fort, de sorte que la colonne liquide peut dans ce cas revenir en arrière, sans que le siphon soit amorcé. On conçoit qu'il y a nécessairement une limite quant à la grandeur du diamètre d'un siphon ordinaire, dans chaque circonstance donnée, au delà de laquelle la colonne se divise en entrant dans la seconde branche, de sorte que celle-ci peut ne pas couler suffisamment pleine et que d'ailleurs il peut rester de l'air au sommet du siphon, de manière à gêner plus ou moins l'écoulement de l'eau.

» Il n'est pas nécessaire, pour obvier à cet inconvénient, de diviser le siphon de manière à le composer de plusieurs tubes ayant des sections circulaires ou carrées : il suffit de le diviser en plusieurs parties au moyen de lames courbes concentriques s'étendant sur toute la largeur de la section, parce que ce n'est point dans la largeur, mais dans la hauteur des sections, que consiste la difficulté de chasser l'air d'une manière convenable. Les siphons ayant des sections quadrangulaires paraissent être,

d'après cela, ceux dont l'emploi sera le plus commode. Dans des expériences que j'ai faites à Cherbourg, en septembre 1879, sur un appareil ayant un but très différent, j'ai eu occasion d'observer le mouvement de l'eau de bas en haut entre des lames courbes concentriques disposées dans un coude ayant des sections rectangulaires, et j'ai eu occasion de constater, ce qui était d'ailleurs évident, la régularité avec laquelle l'air était chassé entre ces lames par le mouvement ascensionnel d'une colonne liquide.

» La possibilité d'élargir les siphons au lieu de leur donner une section circulaire ou carrée a donc un avantage essentiel. On conçoit d'ailleurs que, si la section était circulaire ou carrée, il y aurait d'assez grandes différences pour les siphons ayant des sections considérables entre les hauteurs auxquelles seraient les sommets des siphons partiels formés par les lames courbes concentriques. Or, au delà de certaines limites, cela pourrait changer les conditions de l'emploi du mouvement acquis de bas en haut pour amorcer les siphons concentriques, de plus en plus longs à mesure qu'ils seraient plus élevés. Ceux qui seraient les moins élevés employant une partie du mouvement acquis de l'eau de bas en haut, ceux qui seraient à la fois les plus élevés et les plus longs pourraient être plus difficiles à amorcer dans certaines limites.

» Les considérations objet de cette Note modifient d'une manière intéressante l'étude des *fontaines intermittentes oscillantes* ou appareils à élever de l'eau, de mon invention, au moyen d'une chute d'eau sans aucune pièce quelconque mobile. J'ai publié sur ces appareils un Mémoire dans le *Journal de Mathématiques* de M. Liouville, en 1841. Ils avaient été présentés avec bienveillance à l'Institut par M. Arago depuis le 5 novembre 1838, parce qu'ils peuvent servir à l'explication de quelques fontaines intermittentes naturelles. Dans les expériences que je fis sur un de ces appareils en 1839, j'avais diminué graduellement, dans le sens de la hauteur, la section du sommet d'un siphon alternativement amorcé par une colonne liquide oscillante. Mais les considérations exposées ci-dessus permettent bien mieux d'éviter les difficultés résultant de cette manière d'amorcer les siphons et montrent d'ailleurs combien il est toujours utile de présenter des principes bien nouveaux, même quand on ne voit pas encore les moyens de les appliquer immédiatement à l'industrie. »

ACOUSTIQUE. — *Simplification des appareils audiphones américains destinés aux sourds-muets.* Note de M. **D. Colladon.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le résumé d'expériences récentes, entreprises dans le but de procurer aux sourds-muets des appareils très simples et cependant assez efficaces pour qu'ils puissent distinguer les sons musicaux et même la parole (¹).

» Vers la fin de 1879, un inventeur américain, M. R.-G. Rhodes, de Chicago, a pris une patente pour un appareil qu'il a appelé *audiphone*, et dont l'efficacité remarquable a été constatée par un grand nombre d'expériences, faites aux États-Unis d'Amérique pendant les mois de septembre, octobre, novembre et décembre 1879. Quelques essais, entrepris dans des instituts de sourds-muets, ont démontré que, par l'usage de cet instrument, beaucoup de sourds-muets arrivent assez promptement à distinguer les sons musicaux de quelques instruments, et même les articulations de la voix, et qu'avec le secours de cet audiphone leur éducation orale se trouve considérablement abrégée. Des résultats favorables ont été aussi constatés pour des personnes atteintes de surdité simple.

» L'instrument de M. Rhodes (²) est fabriqué en caoutchouc durci et ressemble à un de ces écrans de cheminée que l'on tient à la main. L'écran proprement dit, ou *disque*, est une large lame de caoutchouc durci, munie d'un manche de même matière; sa largeur est d'environ $0^m,24$ et sa longueur de $0^m,30$. Les trois côtés voisins du manche sont rectangulaires; le quatrième côté, opposé à la poignée, est découpé en arc de cercle. Près du sommet de cet arc de cercle, sont attachés des cordons qui aboutissent à une ouverture pratiquée au haut de la poignée. En tendant fortement les cordons, on force la partie la plus éloignée du manche à se courber comme un arc tendu, et un petit encliquetage, fixé vers cette ouverture, permet de rendre la tension permanente. En appliquant ensuite l'extrémité de la partie recourbée contre les dents de la mâchoire supérieure, les personnes sourdes entendent les bruits avec une sonorité très remarquable et distinguent assez bien les paroles articulées et toutes les notes des instruments de musique.

(¹) Le prix de ces nouveaux appareils ne dépasse guère $0^{fr},50$. Ils peuvent aussi, dans certains cas, être utilisés par des personnes chez lesquelles le sens de l'ouïe est fort altéré.

(²) Le *Journal illustré* de Leslie du 13 décembre dernier, qui se publie à New-York, donne le dessin de cet instrument et quelques explications sur son emploi.

» Les sourds-muets chez lesquels les nerfs de l'audition ne sont pas totalement atrophiés peuvent, avec le même instrument, distinguer presque immédiatement les sons musicaux, hauts ou bas, de plusieurs instruments, et ceux de la voix humaine lorsqu'ils sont émis avec force près de l'appareil. S'ils ont déjà appris à prononcer des sons bien distincts et à articuler des mots, ils pourront, après un très court apprentissage, dirigé par un instituteur expérimenté, comprendre des mots ou des phrases, et les répéter distinctement; ils pourront aussi entendre leur propre voix, ce qui facilitera puissamment leur éducation orale. L'emploi de ces audiphones peut donc être un véritable bienfait pour les institutions de sourds-muets et pour la plupart de ceux qui sont affligés de cette infirmité.

» Malheureusement, le prix des écrans audiphones de caoutchouc durci est assez élevé; ils se vendent à Chicago, selon leur grandeur, depuis 10 jusqu'à 15 piastres; leurs dimensions possibles sont assez limitées et le caoutchouc durci est fragile par les temps froids.

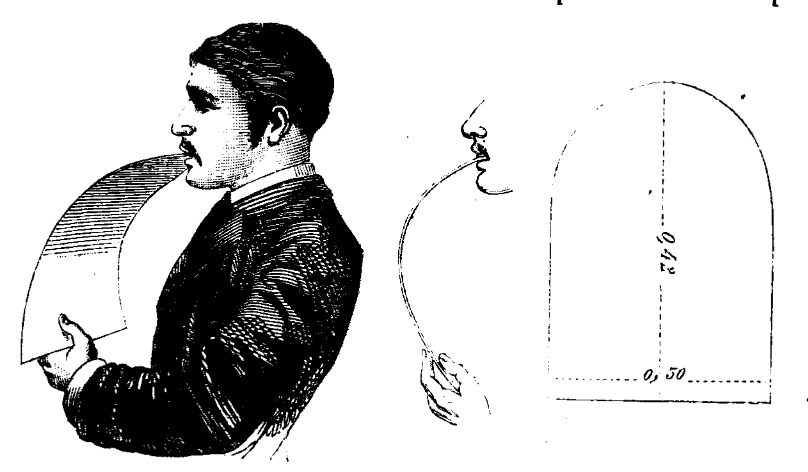
» J'ai été consulté, il y a une dizaine de jours, sur l'efficacité d'un de ces appareils, importé d'Amérique, et sur son effet utile pour les personnes atteintes de surdité simple, comparativement à celui qu'on obtient avec des cornets acoustiques perfectionnés. Après l'avoir essayé et m'être convaincu de sa puissance pour recueillir les sons et les transmettre aux organes intérieurs, il m'a semblé probable que des appareils plus simples, composés d'autres substances, pourraient rendre les mêmes services acoustiques avec une dépense beaucoup moindre.

» J'ai fait de très nombreux essais sur des lames minces de natures diverses, métaux, bois, etc.; enfin, j'ai découvert une variété de carton mince laminé qui donne les mêmes résultats que le caoutchouc durci et qui permettrait d'obtenir à $0^{fr},50$ environ, au lieu de 50^{fr}, des appareils de même puissance acoustique.

» Les cartons qui m'ont donné ces résultats favorables portent, dans le commerce, le nom de *cartons à satiner*, ou *cartons d'orties;* ils sont remarquablement compactes, homogènes, élastiques et tenaces; ils sont aussi très souples, et, pourvu que leur épaisseur ne dépasse pas $0^{m},001$, une légère pression de la main, qui soutient un disque découpé dans une de ces feuilles de carton, tandis que son extrémité convexe s'arc-boute contre les dents de la mâchoire supérieure, suffit pour lui donner une courbure convenable, variable à volonté, sans fatigue pour la main ou les dents. Ainsi, un simple disque de ce carton, sans manche, sans cordons ni fixateur de tension, devient un audiphone tout aussi puissant que les appareils de

caoutchouc de l'inventeur américain. On peut rendre la feuille de carton imperméable en imbibant la partie convexe, celle qui s'appuie contre les dents, d'un enduit hydrofuge qui résiste à la vapeur de l'haleine.

» Je me suis assuré que les sons peuvent être transmis aux dents supérieures avec la même netteté en se servant d'une petite touche ou pince en



bois dur, de la dimension d'une sourdine de violon ou de violoncelle, munie d'une fente dans laquelle entre à frottement dur l'extrémité supérieure du disque, et en appuyant cette pince contre les dents supérieures ([1]).

» Entre diverses séances d'essais, auxquelles ont assisté des sourds-muets, j'en citerai une qui vient d'avoir lieu le 14 de ce mois en présence de quelques personnes, et notamment de l'habile instituteur de sourds-muets M. Louis Sager. M. Sager avait amené huit élèves sourds-muets, formés par lui, comprenant les phrases par le mouvement des lèvres de leur instituteur et prononçant plusieurs mots très distinctement.

» On a d'abord vérifié quels étaient ceux qui pouvaient percevoir de très près les sons d'un grand piano, et l'on a déterminé la distance à laquelle ils cessaient d'en être affectés sans appareil acoustique; quelques-uns ne ressentaient les vibrations que par les mouvements du parquet, recouvert

---

([1]) Mes essais me font entrevoir que l'épaisseur la plus convenable des cartons est comprise entre $0^m,0008$ et $0^m,001$, et que les dimensions des disques de grandeur moyenne peuvent être convenablement fixées à $0^m,28$ ou $0^m,30$ de largeur, sur $0^m,35$ à $0^m,38$ de hauteur maxima. En augmentant ces dimensions, la puissance est augmentée, mais cette augmentation n'est pas proportionnelle à l'étendue de la surface.

Je m'occupe à faire varier les formes des lames vibrantes et à combiner les effets de lames multiples conjuguées; mais ces essais sont trop récents pour que je puisse en présenter actuellement les résultats.

d'un tapis. Lorsqu'ils ont été munis de l'audiphone, ils ont tous indiqué que la sensation des sons était transmise distinctement à la tête, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, selon les individus. On a pu constater que, leurs yeux étant bien fermés, ils discernaient nettement les notes hautes des notes basses du piano, et aussi les sons du piano de ceux du violoncelle. La plupart étaient peu impressionnés par les sons du violon, surtout dans les notes hautes, qu'ils n'entendaient pas, ou fort peu.

» Enfin, d'autres expériences ont permis de constater que des paroles prononcées très près de l'audiphone peuvent être perçues par les sourds et muets, et même répétées distinctement par eux, pourvu qu'on les ait soumis à une préparation préalable.

» Quant aux personnes dont l'ouïe est altérée et surtout à celles qui ont de la peine à supporter le contact d'un corps solide avec l'ouverture de l'oreille, des disques de carton audiphones peuvent remplacer l'emploi des cornets acoustiques, et ils ont l'avantage d'être incomparablement moins coûteux. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le **Ministre de la Guerre** prie l'Académie de vouloir bien inviter la Commission des paratonnerres à lui faire connaître son opinion sur les idées émises dans l'Ouvrage publié par M. *Melsens* sous le titre « Des paratonnerres à pointes, à conducteurs et à raccordements terrestres multiples ».

(Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

M. **Martha-Becker** adresse une Note relative aux phénomènes des hivers rigoureux.

(Renvoi à l'examen de M. Hervé Mangon.)

M. **F. Billière**, M. **Aubréville** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. l'abbé *Moigno*, intitulée « Les droits de tous; principes fondamentaux, etc. ».

M. l'**Inspecteur général de la Navigation** adresse les états des crues et des diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1879.

Les plus hautes eaux ont été observées au pont Royal, le 9 janvier, à $6^m,21$, et au pont de la Tournelle, les 8 et 9 janvier, à $5^m,15$; les plus basses eaux au pont Royal, les 10, 15 et 17 octobre, à $1^m,67$, et au pont de la Tournelle, le 10 octobre, à $0^m,07$.

La moyenne a été de $2^m,72$ au pont Royal et de $1^m,53$ au pont de la Tournelle.

La Seine a commencé à charrier le 4 décembre et les glaces se sont arrêtées le 10 du même mois.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie qu'elle a reçu du Consul de France à Glascow une Communication relative à la production artificielle du diamant. L'auteur, par une information personnelle dont M. Daubrée a eu connaissance, demande qu'il ne soit donné aucune suite à cette dépêche.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture d'un passage d'une Lettre qui lui est adressée, et dont l'auteur propose, pour éviter les désastres que pourra produire la débâcle de la Loire, de scier par morceaux la banquise qui couvre le fleuve aux environs de Saumur.

M. le Secrétaire perpétuel fait remarquer, à cette occasion, que, si ses souvenirs sont exacts, un moyen semblable a été employé en 1855, par l'expédition dont faisait partie M. l'amiral Pâris, pour dégager des glaces les navires qui y étaient emprisonnés [1]. L'Académie entendrait sans doute avec intérêt les détails que notre confrère voudrait bien lui donner à cet

---

[1] Au commencement de ce siècle, l'ingénieur Venatz a sauvé la ville de Wiège, dans le Valais, en sciant une immense banquise de glace qui la menaçait et derrière laquelle se trouvait un lac qui aurait produit sans doute une inondation formidable.

(*Note de M. le Secrétaire perpétuel.*)

égard et qui pourraient peut-être recevoir leur application dans les circonstances actuelles.

M. l'amiral **Paris**, interpellé, demande la parole et s'exprime comme il suit :

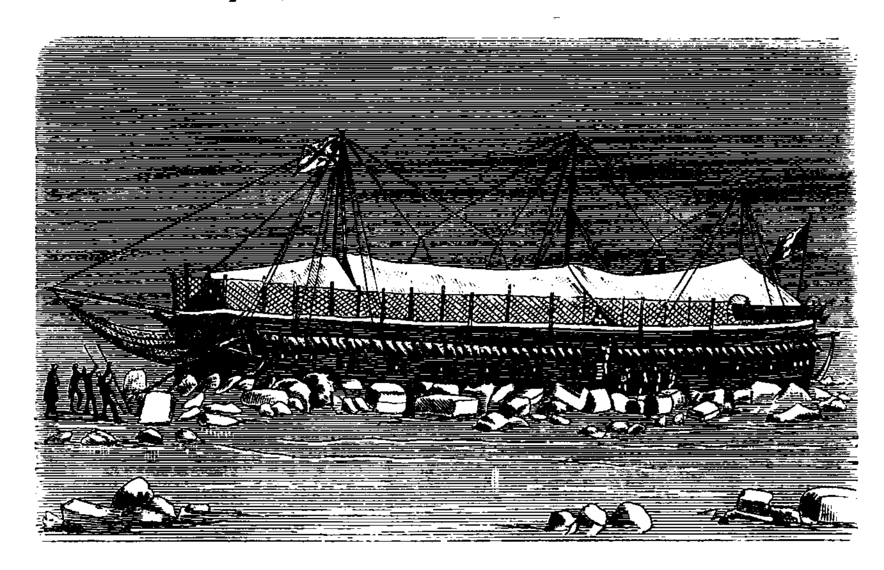
« La petite division navale laissée à la garde de Kil-Bouroun par l'amiral Bruat après la prise du fort avait l'ordre de se tenir dans l'intérieur du grand lac nommé le Liman du Boug et du Dnieper et de rester aussi près que possible du fort pour battre la longue plage de sable que forme la flèche de Kil-Bouroun. Les batteries flottantes furent amarrées avec une ancre et une chaîne de vaisseau à trois ponts et leurs propres ancres. Les canonnières et la bombarde furent approchées. Une première gelée survenue à la fin de novembre produisit une épaisseur de glace de $0^{m},10$ à $0^{m},12$, qui, lorsqu'elle se rompit, cassa une chaîne de trois ponts de l'une des batteries, qui fut jetée hors du Liman et resta tout l'hiver en pleine côte, tandis qu'une autre batterie traîna son ancre à plus de 2^{km} et resta éloignée du fort lorsque la division fut définitivement prise dans les glaces



pour le reste de l'hiver. L'épaisseur s'accrut rapidement jusqu'à 1^{m} et permit de transporter sur des traîneaux non seulement les vivres, mais une ancre de 2000^{kg} à 2500^{kg} déposée à terre. Il en résultait qu'une attaque sur la glace était très possible et que la petite élévation des navires en aurait permis l'escalade, d'autant plus que les canons de 50 ne pouvaient guère être employés contre des hommes, bien qu'ils en eussent dix pour leur

service ou plutôt à cause de ce nombre. Il était donc naturel de chercher une défense dans des fossés maintenus pleins d'eau, et, après divers essais, on reconnut que la taille à la hache était très lente, difficile avec une grande épaisseur, et qu'elle couvrait les hommes de gouttes d'eau projetées et bientôt gelées quand on arrivait à la partie inférieure. On eut alors l'idée de faire des scies avec de la tôle de $0^m,003$ à $0^m,005$, coupée simplement à la tranche, ayant sur leur plat un trou à la partie inférieure pour y attacher un boulet estropé, tandis qu'en haut la tôle, chauffée, avait été gauchie et retournée pour former une douille dans laquelle passait une traverse en bois pour mettre quatre hommes, comme sur les bringueballes des pompes à incendie. La denture était grosse comme celle d'un harpon, mais triangulaire au lieu de pointes séparées et pas ou peu inclinée vers le bas. La longueur était de 2^m environ. Tant que la glace fut dure avec des froids au-dessous de $-20°$, ces scies ne mordaient guère et le travail était lent, mais elles s'émoussaient peu et il fallait rarement les limer.

» On les employa d'abord à découper des parallélépipèdes de la dimension des grosses pierres de taille sortant des carrières de Paris, et, quand ils étaient détachés, on passait dessous des cordes en trévire, comme pour monter ou descendre des barriques, et avec des barres de cabestan ou des avirons on



soulevait le bloc sur la glace. C'est ainsi que chaque navire était entouré d'un fossé de 3^m environ ou plus, en conservant quatre nervures pour le rendre immobile et permettre ainsi le pointage anticipé en cas d'attaque. Il fallait casser la glace jusqu'à deux fois par nuit pour maintenir la nappe liquide.

» Lorsque le dégel commença à diminuer l'épaisseur de la glace et que la crainte de la débâcle rendit important de dégager les navires les plus voisins du bout de la flèche de Kil-Bouroun, les mêmes scies furent employées à dégager un navire nolisé par la guerre ([1]) au moyen de deux traits de scie dirigés en V ouvert, puis une batterie flottante, pour laquelle on fit deux traits de scie, l'un de 1100^{m}, l'autre de 700^{m} à 800^{m}, en suivant une ligne bien dressée de piquets et de lignes de sonde; car la largeur d'un trait de scie est si petite, que, s'il y avait eu des ondulations, elles se seraient engrenées et le glaçon aurait été retenu. Lorsqu'il y avait de la gelée pendant la nuit il fallait recommencer le lendemain; mais le dégel élargissait très promptement la coupure. On a ainsi creusé encore un canal de 11^{m} de large sur 700^{m} de long pour dégager une canonnière en faisant passer les glaçons derrière elle par un surcroît de largeur du canal et à mesure qu'on la faisait avancer.

» Tout ce qui précède n'est que pour montrer que, pour couper la glace, il ne convient pas d'employer la hache, à cause de ce qu'elle laisse dans la fente, du peu dont elle enfonce à chaque coup et enfin de l'eau qu'elle projette sur les hommes, mais que la scie est préférable et qu'elle ne doit pas être trop mince, surtout quand la glace devient molle.

» Je crois donc que dans une rivière, où l'on a un courant pour enlever à mesure les glaçons, ce qui manquait à Kil-Bouroun, il y a grand profit de temps et de travail à employer la scie. Il me semble que des traits perpendiculaires au courant et pas trop éloignés doivent laisser partir de longs glaçons, qui se cassent en route, et évitent de scier en damier. C'est ce qu'une courte expérience montrera facilement. Mais l'homme reste toujours bien petit lorsqu'il est forcé de lutter contre la nature. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles linéaires.* Note de M. E. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« Les recherches de M. Hermite sur l'équation de Lamé ont appelé l'attention sur les équations linéaires du second ordre

$$\frac{d^2y}{dx^2} + p\frac{dy}{dx} + qy = 0,$$

où p et q sont des fonctions doublement périodiques de première espèce, aux périodes $2K$ et $2iK'$. J'ai montré (*Comptes rendus*, 21 juillet 1879) que,

([1]) La glace avait alors de $0^{m},20$ à $0^{m},30$ d'épaisseur.

si cette équation admet une intégrale uniforme n'ayant dans tout le plan que des pôles, cette intégrale pourra être exprimée au moyen des fonctions H, Θ, ... de Jacobi. Je me propose de faire voir aujourd'hui que le même résultat s'étend à une équation linéaire d'ordre quelconque, où les coefficients sont des fonctions doublement périodiques de la variable.

» Considérons une fonction uniforme $f(x)$ telle que l'on ait

$$(1)\quad \begin{cases} f(x+2m\mathrm{K}) = \mathrm{A}_1 f(x) \\ \qquad + \mathrm{A}_2 f(x+2\mathrm{K}) + \ldots + \mathrm{A}_m f[x+2(m-1)\mathrm{K}], \end{cases}$$

$$(2)\quad \begin{cases} f(x+2mi\mathrm{K}') = \mathrm{B}_1 f(x) \\ \qquad + \mathrm{B}_2 f(x+2i\mathrm{K}') + \ldots + \mathrm{B}_m f[x+2(m-1)i\mathrm{K}'], \end{cases}$$

les A et les B étant des constantes, et m un entier positif. J'envisage l'expression

$$(3)\quad f[x+2(m-1)\mathrm{K}] + \mu_1 f[x+2(m-2)\mathrm{K}] + \ldots + \mu_{m-1} f(x).$$

On peut choisir les constantes $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_{m-1}$ de manière que cette fonction se reproduise à un facteur constant près par le changement de x en $x+2\mathrm{K}$; il suffira que l'on ait

$$\mathrm{A}_m + \mu_1 = \frac{\mathrm{A}_{m-1}+\mu_2}{\mu_1} = \ldots = \frac{\mathrm{A}_2+\mu_{m-1}}{\mu_{m-2}} = \frac{\mathrm{A}_1}{\mu_{m-1}}.$$

» On forme sans peine l'équation de degré m donnant μ_1. Supposons que cette équation ait ses racines distinctes, ce qui arrivera en général; nous aurons alors m systèmes de valeurs de $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_{m-1}$ pour lesquels l'expression (3) se reproduira à un facteur constant près par le changement de x en $x+2\mathrm{K}$. On s'assure aisément que le déterminant formé par ce système en y adjoignant une colonne dont les termes sont égaux à l'unité n'est pas nul, et l'on en conclut alors que

$$f(x) = \varphi_1(x) + \varphi_2(x) + \ldots + \varphi_m(x),$$

les m fonctions φ se reproduisant à un facteur constant près, différent pour chaque fonction, quand on change x en $x+2\mathrm{K}$. En substituant cette valeur de $f(x)$ dans l'équation (2), on voit que chaque fonction φ satisfait à une relation de la forme (2), et l'on établira, en suivant la même marche que précédemment, que chacune de ces fonctions est la somme de m fonctions se reproduisant à un facteur constant près par le changement de x

en $x + 2iK'$; $f(x)$ est, par suite, la somme de m^2 fonctions doublement périodiques de seconde espèce.

» Nous avons supposé que l'équation de degré m donnant μ_1 avait ses racines distinctes. Le cas où plusieurs de ses racines seraient égales peut être considéré comme cas limite du cas général; il y aura simplement alors dans la fonction un changement de forme analytique, et l'on pourra dans tous les cas exprimer $f(x)$ au moyen des fonctions de Jacobi.

» Soit maintenant une équation linéaire d'ordre m, à coefficients doublement périodiques; cette intégrale devra nécessairement, d'après la forme de l'équation, satisfaire à deux relations de la forme (1) et (2), les A et les B étant des constantes : la proposition que nous avions en vue se trouve dès lors établie. On peut aller plus loin; $f(x)$ est, dans le cas général, la somme de m^2 fonctions de seconde espèce : il est aisé d'établir qu'ici $m^2 - m$ de ces fonctions devront être identiquement nulles, et $f(x)$ sera, par suite, la somme de m fonctions doublement périodiques de seconde espèce.

» Considérons, comme application, l'équation linéaire du troisième ordre

$$\frac{d^3y}{dx^3} + (h - 6k^2 \operatorname{sn}^2 x)\frac{dy}{dx} + h_1 y = 0,$$

où $\operatorname{sn} x$ est la fonction elliptique ordinaire de module k, h et h_1 sont deux constantes quelconques. Son intégrale générale est uniforme : c'est ce qui peut facilement se reconnaître d'après les principes de M. Füchs. Trois de ses intégrales auront la forme

$$y = \frac{H(x+\omega)}{\Theta(x)} e^{\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right] x},$$

λ et ω étant deux constantes convenablement choisies.

» En substituant cette expression de y dans l'équation différentielle, on trouve les relations

$$h - (1 + k^2) + 3(\lambda^2 - k^2 \operatorname{sn}^2 \omega) = 0,$$
$$h_1 = 2\lambda^3 - 6\lambda k^2 \operatorname{sn}^2\omega + 2\lambda(1 + k^2) - 4k^2 \operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega.$$

» L'élimination de λ entre ces équations donne

$$(4) \qquad h_1 + 8h_1 k^2 \operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega + M \operatorname{sn}^2\omega + N = 0,$$

où M et N sont des polynômes en h. Le premier membre de cette dernière équation, considérée comme fonction de ω, est une fonction doublement périodique aux périodes $2K$ et $2iK'$, ayant l'infini triple iK'; l'équation (4)

a donc trois racines dans le parallélogramme des périodes, et l'on obtient bien ainsi trois intégrales de la forme indiquée. Si l'on fait dans ces calculs $h_1 = 0$, ils se réduisent à ceux que l'on effectue quand on intègre l'équation de Lamé, pour le cas de $n = 2$, en suivant la méthode de M. Hermite. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales et cliniques sur l'anesthésie produite par les lésions des circonvolutions cérébrales.* Note de M. **R. Tripier**, présentée par M. Vulpian.

« Dans un premier travail, nous avons démontré que l'ablation d'une petite portion du gyrus sigmoïde chez le chien donnait lieu à des phénomènes parétiques du côté opposé, non seulement pendant les premiers jours qui suivent l'opération, mais même jusqu'à la mort des animaux. Nous avons ainsi établi « qu'aucun chien n'a présenté une guérison com- » plète, un retour à l'état normal ». (*Revue mensuelle*, septembre 1877.)

» Les mêmes lésions donnent aussi lieu à une diminution persistante de la sensibilité générale. Les sens spéciaux sont peut-être atteints, mais ils le sont très probablement après des crises convulsives et lorsque les lésions sont plus étendues.

» Chez le singe, une lésion même très limitée de la couche corticale motrice donne lieu tout à la fois à une parésie et à une diminution de la sensibilité du côté opposé.

» Parmi les physiologistes qui ont étudié les troubles consécutifs aux lésions des couches corticales du cerveau, les uns, niant les troubles de la sensibilité, n'admettent que ceux de la motilité, et les autres, constatant la diminution de la sensibilité, attribuent les troubles du mouvement à la perte de la sensibilité tactile (Schiff), à la perte de la conscience musculaire (Hitzig), à la paralysie du sens musculaire (Nothnagel), à la perte de la puissance de perception (Goltz et Gergens) ou à une paralysie psychique (Munk).

» Nos expériences nous permettent de conclure : 1° que les troubles persistants du mouvement doivent être attribués à une parésie persistante; 2° que les troubles de la sensibilité, aussi incontestables que ceux de la motilité, ne jouent aucun rôle dans les désordres du mouvement; 3° que les troubles fonctionnels occasionnés par la diminution de la sensibilité sont identiques chez les animaux et chez l'homme, qu'ils consistent seulement dans la perte de la sensation de contact et de la notion de position

des parties affectées, à un degré plus ou moins marqué, et qu'enfin ils ne produisent jamais d'ataxie des mouvements.

» On admet généralement que chez l'homme les fibres sensitives qui se trouvent à la partie postérieure de la capsule interne se rendent à la périphérie de l'hémisphère, sans que les théories de Meynert ou de Ferrier aient été confirmées par des observations pathologiques. Or, il résulte de nos observations que les lésions du lobe occipital et de la circonvolution unciforme ne produisent pas d'anesthésie notable, tandis qu'on peut rencontrer une diminution plus ou moins marquée de la sensibilité avec des lésions situées sur la région fronto-pariétale. La zone regardée par les auteurs comme uniquement motrice possède aussi, suivant nous, une influence incontestable sur la sensibilité. Elle doit donc plus rationnellement être désignée sous le nom de *zone sensitivo-motrice*. Nous ajouterons que les lésions de cette même région peuvent troubler les organes des sens et l'intelligence, bien que nos recherches n'aient pas porté spécialement sur ce point.

» On ne peut pas objecter que les lésions de cette zone donnent lieu à des troubles de la sensibilité en agissant directement ou indirectement sur le faisceau sensitif de Meynert, puisque les lésions situées au niveau ou dans le voisinage de ce prétendu faisceau ne produisent pas d'anesthésie ou déterminent seulement des troubles légers de la sensibilité, et que ceux-ci augmentent à mesure que les lésions s'en éloignent pour se rapprocher du sillon de Rolando. C'est sur les circonvolutions voisines de ce sillon que les lésions produisent leurs effets les plus prononcés. Avec des lésions limitées l'anesthésie n'est, du reste, jamais complète. Elle peut être plus ou moins marquée au début; mais en général elle diminue assez vite d'intensité, pour disparaître rapidement si l'hémiplégie est très passagère ou pour laisser des traces plus ou moins accusées si elle a duré un certain temps.

» Les lésions qui font prédominer la paralysie sur telle ou telle partie du corps rendent également plus appréciable sur les mêmes parties la diminution de la sensibilité. Ce sont les mêmes causes qui influent sur l'intensité et la durée des troubles de la motilité et de la sensibilité. Toutes choses égales d'ailleurs, les lésions les plus étendues sont celles qui ont le plus d'action sur ces troubles. Plus ceux-ci sont intenses au début et de longue durée, plus il y a de chances pour qu'ils soient faciles à apprécier et qu'ils persistent indéfiniment. Les lésions qui agissent par une compression lente et progressive des couches corticales, ne produisant pas ou produisant seulement des troubles légers de la motilité, ont encore moins de

tendance à déterminer des troubles de la sensibilité. Par contre, le début brusque de l'affection est une des conditions les plus favorables pour la production de l'un et de l'autre ordre de troubles. C'est à ce moment qu'ils offrent leur maximum d'intensité. Il en est de même lorsque la lésion provoque des accidents convulsifs. Nous avons toujours trouvé, chez l'homme comme chez les animaux, que les parties affectées présentent après la crise une diminution plus ou moins notable de la motilité et de la sensibilité.

» En outre, ces crises convulsives, déterminées par une lésion même minime des circonvolutions cérébrales, ont une grande influence sur la persistance des troubles de la motilité et de la sensibilité.

» La connaissance des faits que nous avons cherché à mettre en lumière permettra d'éviter les erreurs de diagnostic qui, suivant les données actuelles, consisteraient à localiser au niveau de la partie postérieure de la capsule interne *toutes* les lésions donnant lieu à un certain degré d'anesthésie. On distinguera les différents cas par les caractères de l'anesthésie et par les symptômes concomitants.

» Nos recherches nous paraissent encore présenter de l'intérêt au point de vue de la physiologie des circonvolutions cérébrales. Du moment où une même lésion produit à la fois des troubles de la motilité, de la sensibilité générale, des sensibilités spéciales et de l'intelligence, on peut en conclure que la partie qui en est le siège a non seulement une influence sur ces diverses fonctions, mais encore qu'elle établit entre elles un rapport pouvant rendre compte de la relation qui existe entre les phénomènes sensitifs et moteurs sous le contrôle des facultés intellectuelles. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les plantes qui servent de base aux divers curares.* Note de M. G. PLANCHON, présentée par M. Chatin.

« La question de l'origine du curare s'élucide chaque jour davantage, et, grâce aux matériaux récemment apportés par les voyageurs, on peut établir que les plantes qui servent de base au poison américain appartiennent toutes au genre *Strychnos*. Les espèces d'autres familles qui entrent dans sa composition n'y jouent qu'un rôle secondaire.

» Nous connaissons actuellement quatre régions distinctes qui sont des centres de préparation du curare et pour chacune desquelles nous pouvons indiquer une plante principale, expliquant à elle seule les effets du toxique. Ce sont, dans l'ordre des dates où elles ont été connues :

» 1° La Guyane anglaise, donnant le curare des Indiens Macusis. Schomburgk a établi que l'espèce importante de cette région est le *Str. toxifera* Schb., accompagné du *Str. Schomburgkii* Klotsch et du *Str. cogens* Benth.

» 2° La région de la haute Amazone, très étendue, donnant le curare des Indiens Pebas, du Javari, du Yapura, etc., etc. La plante qui sert de base à ce curare a été trouvée lors de l'expédition de M. de Castelnau et décrite par M. Weddell sous le nom de *Str. Castelnæana*. Elle est associée d'ordinaire à une ménispermée, probablement à l'*Abuta* : c'est le *Cocculus toxicoferus* Wedd. M. Jobert et M. Crévaux ont récemment rapporté ces espèces et confirmé les données de M. Weddell.

» 3° La région du rio Negro. Les racines, tiges et feuilles de l'espèce importante de cette région m'ont été communiquées lors de l'Exposition universelle de 1878, et j'ai eu l'occasion de les décrire dans le *Journal de Thérapeutique*. La nervation caractéristique des feuilles, la structure anatomique des racines et des tiges nous montrent qu'il s'agit bien d'un *Strychnos* qui ne répond à aucune espèce connue et pour lequel je propose le nom de *Str. Gubleri*, pour rappeler le dernier travail du savant et regretté thérapeutiste sur le curare du rio Negro.

» 4° La haute Guyane française, donnant le curare des Indiens Roucouyennes et Trios. L'espèce importante est la plante dont j'ai signalé la structure anatomique dans ma Communication à l'Académie du 22 décembre 1879. C'est la plus intéressante des deux espèces nouvelles de *Strychnos* rapportées par M. J. Crévaux de ses récentes explorations. Elle porte, sur le bord de la rivière Parou, un des affluents du cours inférieur de l'Amazone, le nom d'*ourari* ou *urari;* mais elle est parfaitement distincte des plantes qui ont été ainsi désignées dans les autres régions. Elle ne ressemble en rien au *Str. toxifera;* elle ne répond exactement ni au *Str. Schomburgkii* ni à la description du *Str. cogens*. Je propose de lui donner le nom de l'intrépide voyageur qui l'a découverte et qui a bien voulu me confier, dès son arrivée en Europe, les matériaux qui m'ont permis d'en établir les caractères principaux.

» *Strychnos Crevauxii*. — Liane de 40^m à 45^m de haut. Racine à écorce rougeâtre; grosse tige à écorce grisâtre; bois criblé de lacunes visibles à l'œil. Rameaux nombreux, portant des cirrhes en crosse, renflés à leur extrémité, les plus jeunes couverts de poils courts et jaunâtres. Feuilles médiocrement épaisses, coriaces, longues de $0^m,05$ à $0^m,08$, courtement acuminées, atténuées à la base sur un pétiole de $0^m,004$ à $0^m,005$ de long; face supérieure glabre et luisante; face inférieure opaque, portant des poils rares et courts sur les grosses

nervures et sur le pétiole. Nervure médiane saillante, d'où se détachent, à la base même, deux fines nervures qui courent le long des bords, et, à une certaine hauteur au-dessus de la base, deux autres nervures, curvilignes et plus marquées, se dirigeant vers le sommet. Inflorescence axillaire, très courte, à bractées opposées, portant de petites fleurs pédicellées. Calice à cinq divisions courtes, lancéolées; corolle infundibuliforme, à cinq divisions valvaires réfléchies après leur développement, couvertes sur la face interne de poils blanchâtres. Cinq étamines à anthères fixées au filet par le dos. Ovaire globuleux, surmonté d'un long style, légèrement dilaté et bilobé au sommet. Fruit....

» Une particularité assez curieuse de cette espèce, c'est la présence, à l'aisselle de beaucoup de feuilles, de petits rameaux plus ou moins divisés, très grêles. L'axe de ces rameaux et leurs nombreuses petites feuilles opposées, de $0^m,002$ à $0^m,005$ de long, sont couverts de poils courts et recourbés. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les confluents linéaires et lacunaires du tissu conjonctif de la cornée.* Note de M. J. **Renaut**, présentée par M. Bouley.

« I. La cornée transparente est, comme on sait, formée de lames de tissu connectif, dans la constitution desquelles le tissu jaune élastique ne prend aucune part et dont les éléments fibrillaires sont noyés dans une substance qui les unit et les relie, et qui est analogue à la chondrine. En grande majorité, ces lames sont superposées, comme les pages d'un livre, concentriquement et suivant la courbure générale de la cornée; sur une coupe passant par le centre de courbure de cette dernière, elles se montrent comme les traits de cercles concentriques; je les appellerai *lames zonales*. Dans l'état normal, ces lames zonales sont appliquées exactement les unes sur les autres et adhérentes entre elles. L'action des acides faibles (formique, acétique, citrique) rend cette adhérence moins intime et permet de les cliver. Chez l'homme et les animaux supérieurs, la solidité du système de lames superposées est en outre assuré par une disposition particulière. Des faisceaux de fibres, ou même des lames cornéennes parties du voisinage de la zone élastique postérieure, montent à peu près perpendiculairement à travers les lames zonales et les relient solidement comme le feraient des chevilles. La direction générale de ce système de lames est sensiblement celle de plans méridiens par rapport à l'ellipsoïde oculaire; c'est pourquoi je lui ai donné le nom de *système des lames méridiennes*. Si l'on fait une coupe de la cornée et si, après l'avoir déposée sur la lame porte-objet et recouverte d'une lamelle, on la comprime légèrement avec la pointe d'une aiguille à dissocier, les lames zonales et les lames méridiennes s'écartent mécaniquement les unes

des autres, et l'on développe ainsi une série de cavités irrégulières, limitées en avant et en arrière par deux lames zonales écartées, et latéralement par deux lames méridiennes qui coupent les premières à angle droit ou plus ou moins aigu. Ces cavités répondent aux *espaces interlamellaires* décrits par M. Henle. Ce sont ces cavités artificielles que l'on met en évidence et que l'on remplit quand on fait une injection interstitielle de la cornée.

» II. Les lames zonales sont, dans la cornée de la grenouille (*R. esculenta*), disposées les unes au-dessus des autres. Elles sont striées par les fibrilles connectives qui les traversent, et les stries sont, dans une même lamelle, parallèles les unes aux autres. Dans les lames successives existe donc une striation générale propre à chacune d'elles et croisée à angle droit, aigu ou obtus avec le système de striation de la lame qui est au-dessus et de celle qui est au-dessous. En outre, sur les cornées traitées par le jus de citron pendant vingt minutes, dissociées, puis examinées dans un mélange de jus de citron et d'eau iodée à parties égales, on voit que chaque lamelle est parcourue *par un système de fentes*.

» Les fentes sont étroites, rectilignes. Leur trait se poursuit sur une longueur plus ou moins grande dans le sens de la striation fibrillaire de la lame zonale. Sur ces fentes en tombent une série d'autres dirigées exactement dans le sens de la striation fibrillaire de la lame qui est au-dessus et de celle qui est au-dessous. Dans le cas le plus simple, une fente linéaire est abordée par trois, quatre ou cinq traits, qui tombent sur elle à angle variable. Dans le cas le plus compliqué, les fentes linéaires suivent d'abord la direction du système de stries propre à la lame considérée, s'arrêtent brusquement, prennent la direction d'un système de striation adjacent, reprennent leur direction première, reviennent à la seconde, etc., et vont ainsi rejoindre une autre fente en dessinant une sorte d'escalier.

» Il résulte de ce qui précède que certaines lames zonales de la cornée sont mises en communication avec les lames adjacentes par un système de *fentes linéaires* dont les *confluents sont également linéaires*.

» III. Mais, ordinairement, entre deux lames fenêtrées de cette façon sur un point limité est comprise une portion de lame zonale parcourue à la fois par des fentes linéaires et montrant en outre, à intervalles réguliers, une disposition particulière. Les fentes, au lieu de se croiser sur ces points à la façon d'un système de lignes droites, présentent à leur lieu de concours une large perte de substance qui intéresse toute l'épaisseur de la lamelle. J'appelle ces pertes de substance *confluents lacunaires*. A leur niveau la substance propre de la lamelle a cessé d'exister. Les confluents lacu-

naires ont un bord festonné; chaque feston saillant en dehors se poursuit sous forme de fente linéaire, qui va soit rejoindre un feston d'un confluent voisin, soit former avec d'autres fentes une série de confluents linéaires. On remarque en outre qu'*au-dessus et au-dessous de chaque confluent* les portions de lames cornéennes qui en forment la voûte et le plancher sont simplement parcourues par des fentes et des confluents linéaires.

» IV. Chaque confluent lacunaire est exactement rempli par le corps protoplasmique d'une cellule fixe de la cornée. Ce protoplasma forme une lame aplatie dont l'épaisseur est limitée par celle de la lame à confluents lacunaires à laquelle il appartient. Le protoplasma se poursuit, sous forme d'expansions, dans les fentes linéaires qui partent latéralement du confluent lacunaire et dans celles qui forment sa voûte et son plancher. Ces expansions vont rejoindre leurs similaires émanées des cellules fixes d'une même lame ou de celles contenues au sein des lames qui sont au-dessus ou au-dessous. En vertu de cette disposition, le réseau des cellules fixes est rendu continu, et ces éléments sont maintenus étalés, par leurs prolongements pincés dans les fentes, parallèlement à la surface de la cornée. Il est facile de mettre en évidence les faits qui précèdent en traitant une cornée de grenouille successivement par l'acide formique au cinquième pendant dix minutes, puis par le chlorure d'or à 1 pour 100 pendant vingt-quatre heures, et enfin par l'acide formique au tiers durant le même temps, avant de la diviser en lamelles. Ces dernières sont alors colorées en violet clair, les cellules fixes en bleu ardoisé, et les fentes qui partent des confluents et qui les recouvrent se montrent sous forme de doubles traits noirs, comme tracés à l'encre, le long desquels la lumière monochromatique dessine des franges de diffraction.

» Il y a lieu de penser que les lames cornéennes sont, du moins de place en place, alternativement munies de confluents linéaires et de systèmes de confluents lacunaires, car la lamelle la plus superficielle, sur laquelle repose l'épithélium, n'est pas recouverte de larges plaques à bords taillés en escalier. Cependant de nouvelles recherches me paraissent nécessaires sur ce point particulier. En tout cas, à la notion d'un système de canaux du suc doit être substituée, je crois, pour la cornée, celle d'un système de fentes remplies par les expansions protoplasmiques des cellules fixes. »

ZOOLOGIE. — *Sur la parturition du Marsouin commun* (Phocæna communis). Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Le 12 janvier dernier, un pêcheur de Saint-Vaast-la-Hougue (Manche) m'apporta un Marsouin commun qu'il venait de trouver mort et échoué sur le rivage de la Hougue. Ce Cétacé était une femelle. L'état de dilatation de l'orifice génital et la facilité avec laquelle la pression faisait sourdre le lait des mamelons me donnèrent à penser que cette femelle avait mis bas récemment.

» Le pêcheur désirant utiliser la chair et la graisse de l'animal, je dus me contenter de retirer les viscères et de détacher la portion des téguments qui entourait la vulve et l'orifice anal. Au cours de cette opération, la pression exercée sur les organes génitaux internes fit brusquement sortir un fœtus long de $0^{m},32$, possédant déjà la coloration de l'adulte. Je crus tout d'abord que cette pression, peu ménagée, avait, chez le Cétacé près de mettre bas, déterminé la déchirure des enveloppes, la rupture du cordon et l'expulsion brutale du fœtus. Je fendis longitudinalement le vagin et les cornes de l'utérus pour rechercher les annexes du fœtus : à ma grande surprise, il n'en existait aucune trace.

» L'état du vagin et du col utérin indiquait une parturition récente. D'autre part, il ne me semble pas que la section du cordon puisse être attribuée à une cause accidentelle, l'extrémité du tronçon assez court saillant au dehors de l'ouverture ombilicale étant amincie et flétrie, comme on le voit chez les Mammifères dans les cas de délivrance normale. La parturition du Marsouin doit donc présenter des conditions exceptionnelles.

» L'interprétation la plus probable me paraît être la suivante. Lorsque les enveloppes fœtales se sont rompues comme à l'ordinaire, le fœtus, mis en liberté dans l'intérieur des voies génitales, se sépare du placenta, dont le cordon se sectionne par un procédé que je ne saurais préciser. Alors l'arrière-faix est seul expulsé, tandis que le fœtus demeure dans l'une des cornes utérines et dans le vagin, position que sa taille lui assigne.

» Combien de temps le jeune Cétacé séjourne-t-il ainsi dans le sein de sa mère? Et, si cette *supergestation* a une certaine durée, comment s'effectuent la respiration et l'alimentation? Je ne sais si le colostrum existe chez les Marsouins, mais ce qui me frappa lorsque l'instrument tranchant divisa les glandes mammaires, ce fut l'abondance du lait et son aspect crémeux. J'ai

pensé qu'il y avait intérêt à signaler ces faits à l'attention des observateurs qui auraient la bonne fortune, malheureusement assez rare, d'examiner quelque Cétacé au moment de la parturition.

» En pratiquant l'autopsie du fœtus, j'ai fait quelques remarques que je crois devoir relater ici. Le canal artériel n'avait guère perdu de son calibre; il apparaissait encore comme la continuation de l'artère pulmonaire envoyant à droite et à gauche deux branches grêles aux organes respiratoires. L'essai pratiqué sur les poumons par la méthode classique indiquait que le jeune animal n'avait pas encore respiré l'air en nature. Le cône glottique était déjà profondément engagé dans l'ouverture postérieure des fosses nasales. Le jeune Cétacé ne peut donc teter comme les Mammifères ordinaires. Le lait doit être extrait de la mamelle par la pression des lèvres et des mâchoires, et peut-être aussi par la contraction réflexe ou volontaire des muscles qui entourent la glande mammaire. »

ÉCONOMIE RURALE. — *De l'influence des climats sur la maturation des blés.* Note de M. **Balland**.

« De toutes les causes qui agissent sur la maturation des récoltes, il n'en est pas qui aient d'action plus directe que la chaleur et la lumière. A ce point de vue, il m'a semblé intéressant de rapprocher des observations faites par M. Hervé Mangon à Sainte-Marie-du-Mont, dans la Manche (*Comptes rendus*, séances des 10 et 17 novembre 1879), quelques observations analogues entreprises à Orléansville, dans notre colonie algérienne.

» Voici d'abord quelques détails sur la climatologie de ce centre agricole, particulièrement favorable à la culture des céréales.

» Orléansville se trouve à peu près sous la même longitude que Rouen, par 36°,15 de latitude nord, au centre de la vallée du Chéliff et à 136^{m} au-dessus du niveau de la mer. La présence des montagnes, souvent élevées (l'Ouaransenis a une altitude de 1991^{m}), qui enserrent cette vallée de trois côtés, au nord, à l'est et au sud, expliquent les chaleurs excessives qui y règnent en été. L'hiver y est fort tempéré; les pluies n'apparaissent que vers la fin d'octobre et en novembre et décembre.

» Dans la classification des climats algériens, proposée par M. Mac-Carthy, Orléansville se rattache au climat maritime.

» La température moyenne de l'hiver (décembre, janvier, février) a été de 11°,77 pour 1876-77, de 9°,71 pour 1877-78 et de 11°,96 pour 1878-79.

» La température moyenne de l'été (juin, juillet, août) a été de 30°,5 en 1877; 29°,7 en 1878 et 29°,98 en 1879 : c'est la température moyenne de l'été à Laghouat, qui est en plein climat saharien.

» Les plus basses températures s'observent en janvier : −1°,5 en 1877, 0° en 1878 et +2° en 1879.

» Les plus hautes, du 15 juillet au 15 août : 47°,4 en 1877, 47°,8 en 1878 et 46° en 1879. Laghouat atteint à peine 45°.

» La température moyenne annuelle a été de 20°,06 en 1877, 19°,7 en 1878 et 19°,4 en 1879.

» La pression barométrique moyenne est de 749mm.

» Les données qui précèdent résultent du dépouillement des observations journalières prises à la station météorologique de l'hôpital militaire d'Orléansville, conformément aux instructions du Conseil de santé des armées. Celles qui suivent ont la même origine : la température moyenne de chaque jour a été obtenue en prenant la moyenne entre la température *maximum* et la température *minimum* de la journée; la température moyenne mensuelle est la résultante des températures moyennes journalières.

Températures moyennes mensuelles d'Orléansville en 1877, 1878, 1879.

	°	°	°
Janvier	11,0	7,8	11,7
Février	11,7	10,95	12,8
Mars	15,3	13,75	13,8
Avril	18,4	18,5	15,4
Mai	22,5	22,1	18,3
Juin	26,9	26,8	27,6
Juillet	32,0	30,7	30,05
Août	32,6	31,7	32,3
Septembre	27,1	27,2	24,3
Octobre	17,6	22,0	20,9
Novembre	15,2	13,5	16,5
Décembre	10,4	11,4	9,2

» Partant de là, et connaissant l'époque exacte, pour un champ donné, des semailles et des récoltes du blé, il nous est facile, ainsi que l'a fait M. Hervé Mangon, de déterminer le nombre de degrés de chaleur qu'il faut au blé pour arriver à maturité.

» Or, du blé semé à Orléansville le 2 novembre 1877 a été récolté le 11 mai 1878; du blé ensemencé le 14 novembre 1878 était récolté le 15 mai 1879.

» Le calcul établi montre que, pour atteindre son évolution complète, ce blé a dû emmagasiner 2498° de chaleur en 1877-78 et 2432° en 1878-79. Ce sont, très approximativement, les chiffres trouvés par M. Hervé Mangon pour le blé cultivé en Normandie (2365° pour une moyenne de neuf ans); mais, pour arriver à cette somme de chaleur, le blé en Normandie met en moyenne *deux cent soixante-dix jours*, tandis que dans la plaine du Chéliff il n'en met que *cent quatre-vingts*.

» Ces expériences, faites sur des blés de variétés différentes et sous des climats si opposés, offrent un exemple des liens d'étroite affinité qui relient entre eux les individus d'un même genre; elles prouvent, de plus, que les dissemblances que l'on constate dans la végétation de régions diverses sont moins profondes qu'un examen superficiel ne pourrait le faire supposer, et qu'elles obéissent en réalité à des lois que de nombreuses et exactes observations météorologiques permettront peut-être un jour de généraliser, au grand profit de l'Agriculture. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Remarques sur l'emploi de la pile de Smithson pour la recherche du mercure, particulièrement dans les eaux minérales.* Note de M. **J. Lefort**, présentée par M. Berthelot.

« Le couple voltaïque, or et étain, imaginé par le Dr Smithson pour déceler le mercure en quantité très minime a été, de la part d'Orfila, l'objet d'une critique qui n'est fondée qu'en partie. Ce chimiste avait en effet constaté que, lorsque l'appareil était laissé pendant un certain temps dans un liquide prétendu mercuriel, il se dissolvait un peu d'étain qui se déposait de nouveau sur la lame d'or, de manière que ce métal blanchissait même en l'absence du mercure.

» Il est évident que l'expérience, réduite à cette première partie de l'opération, peut conduire à un résultat douteux, voire même erroné; mais, l'étain n'étant pas volatil, il suffit de poursuivre l'analyse en chauffant la lame d'or dans un tube étroit, afin d'en chasser le dépôt qui y adhère, et de faire réagir ensuite, sur le sublimé métallique, de la vapeur d'iode, pour en obtenir du biiodure de mercure, d'une teinte rouge plus ou moins accentuée.

» Si le mélange sur lequel on opérait contenait réellement du mercure, l'opération que je viens de décrire ne laisse aucun doute sur l'exactitude et la sensibilité du procédé; mais là s'arrête la garantie de la pile

de Smithson, attendu que cet appareil électrique ne borne pas son action à la réduction des sels mercuriels.

» La recherche du mercure dans les eaux minérales m'a, en effet, permis de découvrir que les acides arsénieux et arsénique étaient très facilement réduits par la pile de Smithson. Or, comme l'arsenic métallique est volatil, ainsi que le mercure, et qu'avec l'iode il forme de l'iodure d'arsenic, d'une teinte rouge plus ou moins comparable à celle du biiodure de mercure, il en résulte que ce métalloïde et ce métal peuvent être facilement pris l'un pour l'autre, surtout si le microscope est nécessaire pour distinguer des quantités très minimes et de sublimé métallique et d'iodure rouge.

» On n'ignore pas que les courants électriques un peu énergiques réduisent les composés arsénifères, mais je ne crois pas qu'on ait fait des expériences spéciales pour savoir si le faible courant produit par un couple d'or et d'étain pouvait avoir le même effet. Voici qui lève tous les doutes à cet égard :

» 1° Si dans le produit de la concentration sous un petit volume d'une eau minérale arsenicale, comme celle de la Bourboule, acidulée par l'acide chlorhydrique, on abandonne pendant quelque temps une pile de Smithson, la lame d'or enroulée sur celle d'étain, on voit d'abord l'étain se recouvrir d'une poudre grise ou noirâtre, et ensuite l'or prendre une teinte brune métallique. La lame d'or, séchée après avoir été lavée, frottée avec le doigt, n'indique pas d'amalgame; mais, si on la chauffe dans un tube étroit, elle fournit un sublimé ayant un aspect un peu métallique, mais non mercuriel, et que la vapeur d'iode convertit en iodure rouge d'arsenic.

» Il est évident que sous l'influence du courant électrique, dont le pouvoir a été augmenté par la présence des sels minéraux de l'eau, l'acide arsénique a été réduit, et qu'un auteur non prévenu à l'avance de cette réaction pourrait attribuer au mercure ce qui appartient à l'arsenic.

» 2° Des expériences que j'ai fait connaître dans un Rapport à l'Académie de Médecine m'ont montré que le dépôt arsenical de la source du Rocher, à Saint-Nectaire (Puy-de-Dôme), ne contenait pas de mercure. J'ai fait dissoudre à chaud, dans l'acide chlorhydrique en léger excès, 20^{gr} de ce dépôt recueilli par moi à la source, et dans la solution j'ai placé une pile de Smithson, qui, après plusieurs heures seulement, s'est entièrement recouverte d'arsenic, sans la plus légère trace de mercure.

» 3° Dans 1^{lit} d'eau distillée, contenant quelques décigrammes d'arséniate

de soude et un léger excès d'acide chlorhydrique, j'ai plongé une pile de Smithson : après vingt-quatre heures, l'or a conservé sa teinte jaune, mais la lame d'étain s'est recouverte d'arsenic; après huit jours, la lame d'or, vers la face qui était plus ou moins adhérente à l'étain, était à son tour imprégnée d'arsenic.

» Il n'est donc plus douteux que, dans des cas spéciaux, la pile de Smithson peut faire confondre l'arsenic avec le mercure et faire commettre une erreur complète : tel est précisément le cas dans lequel s'est trouvé l'année dernière M. Willm (¹), qui a pu croire un instant à l'existence du mercure dans l'eau du Rocher, à Saint-Nectaire, alors que des expériences récentes, faites en commun, avec du dépôt et de l'eau recueillis par moi-même à la source, lui ont prouvé aujourd'hui tout le contraire.

» Un fait important se dégage de ces observations : c'est celui de la facile réduction des acides oxygénés de l'arsenic par les métaux, sous l'influence du plus faible courant électrique. Ainsi, une lame de cuivre rouge, plongée dans une solution d'acide arsénique au millième, ne change pas d'aspect; mais, si l'on y ajoute en plus de l'acide chlorhydrique, et surtout un peu de sel marin, il se dépose sur le cuivre de l'arsenic métallique.

» Une lame de cuivre est encore abandonnée pendant plusieurs jours dans 2^{lit} d'eau minérale de la Bourboule, et l'on y ajoute un peu d'acide chlorhydrique, d'abord pour décomposer l'arséniate de soude que l'eau contient naturellement ($0^{mgr},0284$ par litre), puis pour communiquer au mélange un faible courant électrique : on voit alors le cuivre s'imprégner peu à peu d'arsenic, qu'à première vue on pourrait prendre pour un dépôt mercuriel.

» Ce dernier résultat ne doit pas être perdu de vue au moment où des analyses imparfaites semblent faire considérer comme à peu près générale la diffusion du mercure dans les eaux minérales, et où l'emploi des copeaux de laiton pour la recherche du mercure par le procédé Furbringer est, en outre, indiqué (²). »

(¹) *Comptes rendus*, séance du 19 mai 1879.
(²) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, t. XXVIII, 1878.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La lumière, le couvert et l'humus, étudiés dans leur influence sur la végétation des arbres en forêt.* Note de M. **Gurnaud**, présentée par M. P. Duchartre.

« L'humus provient, en forêt, des détritus végétaux dont la couche se renouvelle chaque année; l'influence du couvert sur la décomposition de ces substances organiques est bien connue, mais l'expérience suivante la fait ressortir à un point de vue nouveau et très important, à mon avis, pour la Sylviculture.

» Cette expérience, qui dure depuis dix-sept ans, a pour but d'étudier la marche de l'accroissement en cubant périodiquement les futaies d'une parcelle de $13^{ha},32$ comprise dans une forêt de la chaîne du Jura. Le peuplement est un mélange de sapins et de bois feuillus, ces derniers en taillis et formant un couvert peu élevé. Les sapins commencent à compter comme futaies lorsqu'ils ont $0^{m},60$ de circonférence à $1^{m},33$ du sol.

» Je rappellerai d'abord que dans 100 de bois il entre 51 de carbone, que tout le carbone des plantes provient de l'air atmosphérique, et que, dans les parties vertes des plantes, l'acide carbonique est décomposé sous l'influence de la lumière. Après l'exploitation du taillis les rejets de souche sont très nombreux, mais ne forment couvert qu'au bout de dix ou douze ans; à ce moment chaque souche en offre au plus deux ou trois verticaux, les autres étant obliques, entre-croisés avec les voisins. Le couvert qu'ils forment s'élève d'année en année avec le taillis. Enfin on doit distinguer l'atmosphère inférieure au couvert du taillis de celle qui lui est supérieure et où s'étale la cime des futaies.

» L'expérience se divise en cinq périodes d'inégale durée :

» *Première période* (*six ans*), *de novembre* 1862 *au* 1er *mai* 1869. — Le taillis passe de quatre à dix ans et ne couvre qu'imparfaitement le sol. Au début la futaie se compose de 1457 sapins, cubant 1424^{mc}, et à la fin ces mêmes arbres cubent 2266^{mc}. L'accroissement est de 842^{mc} en six ans, soit par année moyenne $140^{mc},2$, et $71^{mc},5$ de carbone fixé.

» *Deuxième période* (*cinq ans*), *du* 1er *mai* 1869 *au* 31 *juillet* 1873. — Le taillis passe de onze à quinze ans et couvre entièrement le sol. Au début, et déduction faite des bois exploités, la futaie se compose de 1336 sapins cubant 1700^{mc}, et à la fin ces mêmes arbres cubent 2207^{mc}. L'accroissement annuel moyen est de $101^{mc},4$, soit $51^{mc},7$ de carbone fixé au lieu de $71^{mc},5$ dans la première période, bien que le matériel des bois existants soit plus considérable (1700^{mc} contre 1424^{mc}).

» *Troisième période* (*un an*), *du* 31 *juillet* 1873 *au* 2 *avril* 1875. — Pendant l'hiver

1872-1873 a lieu une coupe principale de futaie suivie d'une forte coupe d'éclaircie qui supprime dans le taillis les rejets obliques, ne laissant subsister que les rejets verticaux. Au début, et déduction faite des bois exploités, la futaie se compose de 1075 sapins cubant 998^{mc}, et à la fin ces mêmes arbres cubent 1096^{mc}. L'accroissement est de 98^{mc}, soit 50^{mc} de carbone fixé au lieu de $51^{mc},7$ dans la période précédente, c'est-à-dire presque autant avec un matériel diminué de près de moitié (998^{mc} contre 1700^{mc}).

» *Quatrième période* (*trois ans*), *du* 2 *avril* 1875 *au* 16 *novembre* 1877.—Le taillis passe de seize à dix-huit ans et les rejets de souche des bois coupés dans l'éclaircie se développent. Au début, et déduction faite des arbres coupés, la futaie se compose de 1155 sapins cubant 1107^{mc}, et à la fin ces mêmes arbres cubent 1368^{mc}. L'accroissement annuel moyen est de 87^{mc}, soit $44^{mc},4$ de carbone fixé au lieu de 50^{mc} dans la période précédente, quantité moindre avec un matériel plus considérable (1107^{mc} contre 998^{mc}).

» *Cinquième période* (*deux ans*), *du* 16 *novembre* 1877 *au* 5 *novembre* 1879. — Le taillis passe de dix-neuf à vingt et un ans, et les rejets de souche des bois coupés dans l'éclaircie, ayant pris beaucoup de force, complètent le couvert. Au début, et déduction faite des bois coupés, la futaie se compose de 1348 sapins cubant 1416^{mc}, et à la fin ces mêmes arbres cubent 1511^{mc}. L'accroissement annuel moyen est de $47^{mc},5$, soit $24^{mc},2$ de carbone fixé au lieu de $71^{mc},5$ dans la première période, à peine plus du tiers avec un matériel à peu près égal (1416^{mc} contre 1424^{mc}).

» En résumé, pendant la durée de l'expérience, la fixation du carbone dans la futaie diminue à mesure que le couvert du taillis devient plus intense, et cette diminution n'est un moment interrompue qu'à la suite d'une forte éclaircie qui supprime les rejets obliques du taillis et ne laisse subsister que les rejets verticaux.

» Si les futaies prenaient à l'air libre tout l'acide carbonique qu'elles décomposent, comme elles s'étalent sans obstacle dans la région supérieure de l'atmosphère, les variations de leur accroissement constatées aux diverses périodes seraient inexplicables.

» Faut-il admettre qu'une partie du carbone vienne du sol, comme on le disait anciennement? On ne peut le prétendre après l'expérience de de Saussure. D'ailleurs, si le carbone venait en partie du sol, il serait aspiré par les racines, sur lesquelles la coupe ou l'éclaircie du taillis n'a évidemment aucune influence, et l'accroissement de la futaie ne devrait pas en être affecté; or, dans l'expérience, il varie selon la consistance laissée au taillis par l'exploitation : le carbone ne peut donc venir du sol.

» Depuis 1861, j'ai fait un grand nombre d'expériences sur l'accroissement des arbres en forêt : toutes concordent avec celle que je rapporte et prouvent la corrélation de l'accroissement des arbres dominants avec la consistance du couvert formé par les arbres de moindres dimensions, que ceux-ci soient rejets de souche ou brins de semence.

» Ces variations peuvent s'expliquer par la production d'acide carbonique dans la décomposition des substances qui forment l'humus. Il se produit ainsi, sous le couvert des arbres de faibles dimensions, une notable quantité d'acide carbonique que les arbres dominants décomposent lorsque l'étage inférieur de végétation ne forme pas un massif assez intense pour l'intercepter et en ralentir la production.

» Ces variations peuvent encore s'expliquer par l'influence de la lumière, plus favorable à la végétation quand elle pénètre profondément dans la forêt, d'abord parce qu'elle rencontre dans ce parcours des parties vertes appartenant à des arbres de différentes dimensions jusque dans les régions les plus rapprochées du sol, et parce que du sol elle peut être réfléchie de manière à agir encore sur la face inférieure des feuilles.

» Mais ces deux hypothèses ne s'excluent pas, et le concours qu'elles se prêtent mutuellement me paraît la seule explication satisfaisante des variations de l'accroissement des arbres en forêt.

» Les conclusions de cette expérience sont :

» 1° Que la lumière, lorsqu'elle frappe le sol après avoir été tamisée dans le feuillage, stimule la production de l'acide carbonique dans les décompositions qui engendrent l'humus, en même temps que la décomposition de ce gaz par les parties vertes;

» 2° Que l'accroissement des futaies se ralentit, bien que leurs parties vertes s'étalent librement dans l'air atmosphérique sous l'impression directe des rayons lumineux, lorsque le couvert inférieur formé par les arbres de moindres dimensions intercepte trop complètement l'accès de la lumière sur le sol et diminue son action réflexe sur la cime des futaies;

» 3° Que le couvert formé par le taillis affaiblit cette action réflexe de la lumière sur la végétation des futaies plutôt par sa composition que de toute autre manière, puisque, après l'éclaircie qui supprime les rejets obliques, les rejets verticaux que l'on conserve n'y mettent pas obstacle;

» 4° Que l'humus, sous un couvert trop intense, perd une partie de son efficacité et présente cette analogie avec le fumier de ferme, qui, trop proondément enterré, reste inerte pendant plusieurs années.

» En résumé, ces données, établies par des faits positifs, montrent comment on peut améliorer la végétation des futaies en agissant sur la composition, la consistance et la durée de l'étage des sous-bois, et doivent être désormais admises comme les vrais principes de la Sylviculture. »

M. L. GODEFROY adresse quelques détails sur un givre qui s'est produit à la Chapelle-Saint-Mesmin, le 12 janvier 1880.

M. DAUBRÉE, en présentant à l'Académie une brochure de M. le général *de Helmersen*, intitulée « Rapports géologiques et physico-géographiques de la dépression aralo-caspienne », s'exprime comme il suit :

« A la suite de l'exploration faite en 1877 entre Orenbourg et Taschkend, pour l'exécution d'un chemin de fer, M. de Helmersen a reçu de S. A. I. le grand-duc Nicolas Constantinowitch toute une série d'échantillons qui l'ont conduit à des résultats dignes d'intérêt, particulièrement en ce qui concerne le Kara-Koum.

» Puis l'auteur examine la question importante de savoir s'il est possible de faire couler, comme autrefois, l'Amou Daria (Oxus) dans la mer Caspienne par l'ancien lit aujourd'hui desséché, l'Ouzboi, question qui vient de faire, en 1879, l'objet d'une autre expédition et même d'un commencement d'exécution. M. de Helmersen craint que l'on ne réussisse pas dans cette entreprise; car cette région de l'Asie paraît subir, sur une grande étendue, non seulement un affaissement graduel de son sol, mais aussi une dessiccation climatérique, l'évaporation n'étant pas compensée par les eaux affluentes. »

M. DAUBRÉE, en présentant à l'Académie un travail de M. *G. Uzielli*, imprimé en italien et portant pour titre « Mémoire sur les *argille scagliose dell' Apennino* », ajoute la remarque suivante :

« Des photographies annexées à ce Mémoire représentent des surfaces polies et striées que l'auteur a observées dans les *argille scagliose*, à la Lama di Mocogno, à la suite d'un éboulement qui s'y est produit sur une longueur de 3^{km} et sur une largeur qui atteint parfois $1^{km},5$. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 12 JANVIER 1880.

Études synthétiques de Géologie expérimentale; par A. DAUBRÉE. IIe Partie : *Application de la méthode expérimentale à l'étude de divers phénomènes cosmologiques*. Paris, Dunod, 1879; in-8°.

Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France. Compte rendu mensuel, rédigé par M. J.-A. BARRAL. T. XXXVIII, année 1878. Paris, J. Tremblay, 1878; in-8°.

Diagnostic et traitement des tumeurs de l'abdomen et du bassin; par J. PÉAN. T. I. Paris, V. Adrien Delahaye, 1880; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Algèbre élémentaire; par M. J. BOURGET. Paris, Delagrave, 1880; in-8°.

Recherches sur l'alimentation et sur la production du travail; par M. A. MUNTZ. Paris, Impr. nationale, 1879; in-8°. (Extrait des *Annales de l'Institut national agronomique.*) (Présenté par M. Boussingault.)

Dépenses probables pour l'amélioration des pensions de retraite des officiers retraités avant 1878; *par* M. MARTIN DE BRETTES. Paris, à l'administration du *Spectateur militaire,* 1879; br. in-8°. (Présenté par M. le général Favé.)

De la corrélation physiologique entre les cinq sens et de leurs rapports avec les mouvements volontaires; applications à l'éducation des aveugles; par M. le Dr APPIA. Paris, Impr. nationale, 1879; in-8°. (Extrait du *Compte rendu sténographique du Congrès universel pour l'amélioration du sort des aveugles et des sourds-muets.*)

FÉLIX HÉMENT. *De l'instinct et de l'intelligence*. Paris, Delagrave, 1880; in-8°.

Journal du Ciel. Notions populaires d'Astronomie pratique: Astronomie pour tous; par J. VINOT. 15e année. Paris, cour de Rohan, 1879; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 12 janvier 1880.)

Page 66, ligne 9, *au lieu de* 4,65, *lisez* 4,60.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JANVIER 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *De l'influence de la température et de l'élasticité sur les câbles des ponts suspendus;* par M. **H. Resal**.

« 1. *Température.* — Comme la déformation d'un câble due à une variation de température est faible, on peut, sans grande erreur, substituer au polygone funiculaire la parabole passant par ses sommets et admettre par approximation que les sommets des rouleaux d'appui sont des points fixes; cette dernière hypothèse se justifie en raison des frottements et des chambres peu accessibles aux changements de température dans lesquelles les rouleaux sont placés.

» Soient

A, A' les points fixes du câble, le premier étant censé se trouver au niveau le moins élevé;

O le sommet de la parabole à la température ordinaire t;

Oy, Ox la verticale et l'horizontale de ce point;

$a = BB'$ l'ouverture, $b = A'A_1$ la hauteur de A' au-dessus de A;
$\chi = OB$, $\eta = AB$ les coordonnées de A;
L la longueur de l'arc AOA' à la température t;

$$(1) \qquad y = kx^2$$

l'équation de la parabole, dans laquelle

$$(2) \qquad k = \frac{p}{2\tau l},$$

l désignant l'équidistance des tiges, τ la tension au sommet du polygone funiculaire, p l'effort de traction exercé sur chaque tige de suspension.

» Comme en pratique $\frac{dy}{dx}$ atteint au plus $\frac{1}{4}$, on peut prendre pour l'élément d'arc

$$ds = \left(1 + \frac{1}{2}\frac{dy^2}{dx^2}\right) = (1 + 2k^2x^2)\,dx,$$

d'où, en intégrant entre les limites $x = \chi$, $x = -(a - \chi)$,

$$(3) \qquad L = a + \frac{2k^2}{3}[\chi^3 + (a - \chi)^3].$$

Nous avons d'ailleurs

$$(4) \qquad \eta = k\chi^2,$$

$$(5) \qquad \eta + b = k(a - \chi)^2,$$

d'où

$$(6) \qquad k = \frac{\eta + b}{(a - \chi)^2},$$

$$(7) \qquad b = k[(a - \chi)^2 - \chi^2].$$

» Soient ∂t une variation éprouvée par la température, α le coefficient de dilatation du fer; comme on a $\partial L = \alpha L \partial t$, l'équation (3) donne

$$\alpha L \partial t = \frac{4k}{3}[\chi^2 + (a - \chi)^2]\,\partial k + 2k^2[\chi^2 - (a - \chi)^2]\,\partial\chi,$$

d'où, en vertu de cette même équation et de la formule (7),

$$(8) \qquad \alpha L \partial t = 2(L - a)\frac{\partial k}{k} - 2kb\,\partial\chi.$$

Mais de cette dernière formule on déduit

(9) $$\delta\chi = \frac{b\,\delta k}{2k^2 a};$$

on a donc, par suite, en ayant égard à (6),

(10) $$\delta k = \frac{\alpha L(\eta + b)\delta t}{\left[2(L-a) - \frac{b^2}{a}\right](a-\chi)^2}.$$

» Les formules (2) et (5) donnent ensuite, pour les variations de τ et de la flèche,

(11) $$\delta\tau = -\frac{p}{2l}\frac{\delta k}{k^2},$$

(12) $$\delta\eta = (a-\chi)^2\left[1 - \frac{(a-\chi)b}{(\eta+b)a}\right]\delta k.$$

» Quand les piliers sont d'égale hauteur, on a

$$\chi = \frac{a}{2},\quad b = 0,\quad k = \frac{4\eta}{a^2},\quad L - a = \frac{8}{3}\frac{\eta^2}{a},\quad \delta k = \frac{3\alpha L\delta t}{2\eta a},$$
$$\delta\eta = \frac{2}{3}\frac{\alpha L a\delta t}{\eta},\quad \delta\tau < 0.$$

» Si $\eta = 0$, $\chi = 0$, comme cela a lieu pour le pont supérieur de Fribourg et pour les travées terminales du pont de Manheim sur le Necker, on a

$$b = ka^2,\quad L - a = \frac{2}{3}\frac{b^2}{a},\quad \delta k = -\frac{3\alpha L\delta t}{ab},$$
$$\delta\chi = -\frac{3a^2}{2l^2}\alpha L\delta t,\quad \delta\eta = 0,\quad \delta\tau > 0.$$

» 2. *Élasticité.* — Ces effets ne peuvent avoir quelque importance que lorsque les piliers sont d'égale hauteur, comme je le supposerai dans ce qui suit.

» Je considérerai donc deux arcs paraboliques, l'un (A) correspondant à l'hypothèse de l'inextensibilité, l'autre (A') qui se rapporte à la réalité. Comme les deux arcs diffèrent très peu l'un de l'autre, on pourra calculer la tension en un point de (A') comme si elle se rapportait à (A). Pour plus de simplicité, je supposerai qu'une charge p se trouve uniformément répartie sur la corde, ce que l'on peut se permettre, sans commettre des erreurs appréciables.

» Soient

O le sommet de (A);

Ox, Oy son horizontale et sa verticale;

B, B′ les points d'attache du câble;

$\chi = OA = -OA$, $\eta = AB = A'B'$ leurs coordonnées;

T la tension de (A) au point (x, y);

Ω la section du câble, et E le coefficient d'élasticité du fer;

$$(1) \qquad y = kx^2$$

l'équation de (A).

» Il est facile de voir que l'on a

$$T = \frac{p\sqrt{1+4k^2x^2}}{2kx}.$$

» Soient ds l'élément d'arc au point (x, y) de (A), ds' ce qu'il devient en ayant égard à l'élasticité. Nous avons

$$E\Omega\left(\frac{ds'-ds}{ds}\right) = T = \frac{p\sqrt{1+4k^2x^2}}{2k}:$$

si l'on pose

$$(2) \qquad n = \frac{p}{2E\Omega k}$$

et si l'on remarque que

$$(3) \qquad ds = \sqrt{1+2k^2x^2}\,dx,$$

la formule ci-dessus devient

$$(4) \qquad ds' = ds + n(1+4k^2x^2)\,dx.$$

» Désignant maintenant par L′, L les longueurs des arcs (A′) et (A), nous aurons

$$(5) \qquad L' = L + 2n\chi\left(1+\tfrac{4}{3}k^2\chi^2\right).$$

Mais, en négligeant la quatrième puissance de $\frac{dy}{dx}$, on a

$$(6) \qquad L = 2\int_0^\chi \sqrt{1+k^2x^2}\,dx = 2x\left(1+\frac{2k^2\chi^2}{3}\right).$$

En appelant k' l'équivalent de k pour (A′), on a de même

$$(6') \qquad L' = 2\chi\left(1+\frac{2k'^2\chi^2}{3}\right).$$

L'équation (5) devient alors

$$(k'-k)(k+k')=\frac{3n}{2\chi^2}(1+\tfrac{4}{3}k^2\chi^2).$$

» Mais, en raison du degré d'approximation convenu, on peut prendre $k+k'=2k$; on a d'ailleurs $\eta=k\chi^2$, par suite

$$k'-k=\frac{3n}{4\eta}(1+\tfrac{4}{3}k^2\chi^2).$$

Multipliant cette équation par χ^2, appelant η' ce que devient η lorsque l'on fait entrer l'élasticité en ligne de compte, on obtient, pour la variation éprouvée par la flèche,

$$\eta'-\eta=\frac{3n\chi}{4\eta}(L-\chi),$$

résultat dont il eût été bien difficile de prévoir la simplicité. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le lévulosate de chaux;* par M. **Eug. Peligot.**

« Le travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est la suite de mes études sur les matières sucrées. On sait que le sucre ordinaire, interverti par les acides, se transforme, par un simple phénomène d'hydratation, en un mélange à poids sensiblement égaux de glucose dextrogyre et de glucose lévogyre ; cette dernière substance est la lévulose.

» On doit à M. Dubrunfaut, dont les travaux ont jeté une si vive lumière sur les propriétés de ces matières, une expérience devenue classique, qui permet de séparer le lévulosate de chaux d'avec le glucosate droit qui l'accompagne. On mélange à une basse température 6^{gr} de chaux éteinte avec 100^{cc} d'eau tenant en dissolution 10^{gr} de sucre interverti ; en agitant rapidement, il se produit une émulsion d'abord laiteuse, mais qui s'épaissit bientôt et qui prend rapidement une grande consistance. Le magma qu'on obtient est placé sans perte de temps dans un linge à tissu serré et soumis à l'action de la presse, qui en sépare le glucosate de chaux resté à l'état liquide.

» En modifiant ce procédé, qui laisse dans le produit une partie de l'eau mère qui l'accompagne et de la chaux en excès, je suis arrivé à obtenir facilement le lévulosate de chaux à l'état de pureté : il s'agit simplement de produire le dépôt dans la liqueur filtrée, au lieu de le retenir sur le filtre. Dans ce but, on agite avec un excès de chaux éteinte une dissolution de sucre interverti ne contenant pas au delà de 6 à 8 pour

100 de ce sucre et on filtre rapidement la liqueur ; celle-ci, refroidie à 0°, fournit bientôt une abondante cristallisation de lévulosate de chaux ; au bout de quelques heures, on recueille et on lave sur un filtre, avec de l'eau froide, les cristaux qui se sont formés, et on les dessèche d'abord sur du papier non collé, ensuite dans le vide sec. Ces opérations doivent être faites rapidement, le lévulosate de chaux absorbant l'acide carbonique de l'air.

» On obtient ce produit d'une manière sûre en opérant comme il suit : On agite rapidement 12^{gr} à 15^{gr} de chaux éteinte et tamisée avec $0^{lit},5$ d'une dissolution de sucre interverti à 1035 de densité, cette dissolution étant à la température de 20° à 25°. Le mélange est versé sur un papier à filtration rapide, et le liquide filtré, qui a pris une couleur ambrée, est reçu dans un flacon plongé dans de l'eau à 0°. Les cristaux, qui se forment rapidement, sont recueillis sur un filtre au bout de quelques heures, lavés avec de l'eau froide, égouttés sur du papier et séchés dans le vide, en présence de la chaux vive.

» La dissolution filtrée, avant le dépôt des cristaux, marque 1050 au densimètre, à 15°; l'eau mère, qui renferme surtout du glucosate de chaux, présente encore, à 9°, une densité égale à 1040. On sait que la chaux augmente beaucoup la densité des liqueurs sucrées dans lesquelles elle se dissout.

» Le lévulosate de chaux peut être recueilli et lavé plus rapidement dans une allonge en verre, avec filtre en métal percé de trous et muni d'un feutre ; cette allonge est supportée par un récipient en verre avec tubulure latérale ; une petite pompe à main, engagée dans cette tubulure, permet de faire dans l'appareil un vide imparfait qui rend la filtration beaucoup plus prompte.

» La solubilité de ce corps dans l'eau est assez grande : 100 parties d'eau en dissolvent, à 15°, 0,73. Cette dissolution s'altère avec une excessive facilité; la réaction alcaline qu'elle présente s'affaiblit journellement; sa couleur jaune, puis brune, devient plus foncée : cette altération est d'autant plus prompte que la température ambiante est plus élevée. Portée à l'ébullition, la liqueur alcaline devient neutre, et l'on obtient le précipité de couleur jaune chamois qui accompagne la formation du glucate de chaux et de la saccharine. J'ai entretenu récemment l'Académie de ces phénomènes, étudiés surtout avec les liqueurs calcaires fournies par le sucre interverti et par la glucose d'amidon. Avec le lévulosate de chaux, ces modifications sont de même nature; elles donnent naissance aux mêmes produits.

» Desséché rapidement dans le vide, le lévulosate de chaux est parfai-

tement blanc; par un séjour plus prolongé, il prend une teinte jaune clair uniforme qui paraît être celle qui appartient au produit pur et sec. Dans cet état, il présente la composition suivante :

		Expérience.	Calcul.
C^{12}	72	28,7	28,3
14HO	126	49,2	49,5
2CaO	56	22,7	22,0
	254	100,6	100,0

» Cette composition s'écarte beaucoup de celle qu'on attribuait à cette substance, qui, d'après M. Dubrunfaut, contiendrait 3ᵉq de chaux. La formule qu'on lui assigne dans les Traités de Chimie est la suivante : $C^{12}H^{9}O^{9}, 3CaO$. Elle exigerait 35,4 de chaux.

» On sait que pour les composés calcaires de cette nature le dosage du carbone ne peut pas être effectué par les procédés ordinaires de l'analyse organique, une partie de cet élément restant dans le tube à combustion sous forme de carbonate de chaux. Pour analyser le lévulosate de chaux et divers autres composés du même genre, j'ai substitué à l'oxyde de cuivre le chromate de ce métal. Je reviendrai sur cette modification, qui offre quelque intérêt au point de vue de l'analyse des substances organiques.

» Le lévulosate de chaux blanc, desséché en présence de la chaux vive, paraît contenir $2^{éq}$ d'eau en plus de la quantité indiquée ci-dessus; sa composition est alors représentée par la formule : $C^{12}H^{14}O^{14}$, 2CaO, 2HO. J'estime que cette eau fait l'office de l'eau de cristallisation qui existe dans les sels efflorescents; elle réagit, comme si elle était libre, au bout de quelques mois, sur les éléments de ce corps, alors même qu'il est conservé dans des flacons bien bouchés, et elle le transforme en une substance brune, visqueuse, qui, traitée par l'eau, laisse un résidu jaune de glucate de chaux basique et donne une dissolution renfermant la saccharine et le glucate neutre. En ajoutant à cette liqueur une quantité convenable d'acide oxalique, on en sépare la chaux, et même, en opérant à la température ordinaire, on obtient la saccharine à l'état cristallisé.

» Quant au sel dont j'ai donné l'analyse, il se conserve indéfiniment, sans subir aucune modification.

» Au moyen du lévulosate de chaux et de l'acide oxalique, on obtient la lévulose pure à l'état de dissolution; mais je ne suis pas arrivé à préparer cette substance à l'état cristallisé.

» En résumé, les produits qui résultent de l'action des alcalis sur la lévulose sont ceux qui proviennent de l'action de ces mêmes corps sur la glucose obtenue par la saccharification de l'amidon. Ces produits sont de nature d'autant plus complexe qu'il y a lieu de tenir compte de l'intervention de l'air dans les transformations successives qui s'accomplissent. J'espère néanmoins présenter bientôt à l'Académie, sur ces produits, la suite de ces études, rendues plus faciles par la séparation de la lévulose pure d'avec la glucose qui l'accompagne dans le sucre interverti. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur les acides qui prennent naissance lorsqu'on redistille les acides gras bruts dans un courant de vapeur d'eau surchauffée;* par MM. **A. Cahours** et **E. Demarçay**.

« Dans un travail que nous avons eu l'honneur de communiquer à l'Académie, M. Demarçay et moi, dans la séance du 11 août de l'année dernière, nous avons fait connaître les résultats que nous avait fournis l'examen attentif des acides qui prennent naissance lorsqu'on redistille les acides gras bruts provenant de la saponification des graisses neutres dans un courant de vapeur d'eau surchauffée.

» Nous avons fait voir comment, à l'aide de distillations fractionnées, opérées au moyen de l'appareil Lebel-Henninger, nous étions parvenus à séparer et à caractériser de la manière la plus nette les acides butyrique, valérique, caproïque, œnanthylique, caprylique, qui tous, ainsi que nous l'avons constaté, appartiennent à la série normale. L'acide butyrique n'existait dans ce mélange qu'en proportions très faibles. Nous avons également obtenu de petites quantités d'un acide bouillant vers 262°, qui pourrait bien être l'acide pélargonique, mais dont nous n'avons pu nous procurer une proportion suffisante pour en opérer la purification et pouvoir par suite le caractériser d'une manière incontestable. Les acides qui dominaient dans ce mélange et en formaient la proportion principale sont les acides caproïque et œnanthylique.

» Nous faisions pressentir, en terminant ce travail, que dans cette distillation des acides gras bruts il devait se produire, indépendamment des acides précédents, de petites quantités d'acides acétique et propionique.

» M. Laurent, à qui nous sommes redevables du stock d'acides dont nous avons pu retirer les différents termes de la série grasse que nous avons décrits dans notre Note, nous ayant fait parvenir postérieurement un

flacon renfermant une cinquantaine de grammes d'un liquide très acide, ainsi que des sels de soude obtenus en faisant passer dans une solution de carbonate de cette base les gaz provenant de la distillation d'une quantité considérable d'acides gras bruts, 200 000^{kg} environ, nous nous sommes proposés d'examiner ces produits avec un très grand soin.

» La distillation des sels de soude avec de l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau nous a fourni une certaine quantité de liquide que nous avons réuni à celui que contenait la fiole dont nous avons parlé plus haut. La quantité totale de ce liquide, qui ne s'élevait qu'à 130^{gr} à 135^{gr} et qui renfermait une certaine proportion d'eau, ayant été redistillée dans l'appareil Lebel-Henninger, nous a fourni comme produit principal un liquide bouillant entre 162° et 164°, qui, après complète purification, présentait la composition et les propriétés de l'acide butyrique normal, que nous avons obtenu cette fois, malgré la petite quantité de matière que nous avions à notre disposition, en proportion plus considérable que celle que nous avions retirée des 10^{lit} de l'envoi précédent de M. Laurent. Les dernières portions, qui distillaient entre 180° et 190°, renfermaient principalement de l'acide valérique.

» Nous avons séparé de la portion la plus volatile deux liquides, l'un bouillant entre 106° et 122°, le second entre 135° et 145°, que nous avons soumis à un examen attentif.

» La première partie, ayant été saturée par du carbonate de soude, et le sel obtenu ayant été, après complète dessiccation, distillé avec de l'acide sulfurique concentré, nous a donné quelques grammes seulement d'un produit bouillant entre 118° et 120°, qui présentait franchement l'odeur caractéristique de l'acide acétique, sans aucune trace d'odeur butyrique. Nous avons transformé cet acide en sel d'argent, qui s'est séparé du liquide qui le renfermait en dissolution sous la forme de fines aiguilles nacrées, présentant la plus parfaite ressemblance avec de l'acétate d'argent que nous avions préparé avec de l'acide acétique pur.

» Une détermination d'argent nous a fourni le nombre 65,8, un peu supérieur à celui qu'indique la théorie, 64,7, résultat qui s'explique facilement, le sel ayant pris, bien qu'à l'abri de la lumière, une coloration brune qui y indiquait la présence d'une petite quantité de métal réduit.

» Cette réduction peut être considérée comme devant être attribuée à la présence d'une très petite quantité d'acide formique, dont nous avons pu constater la présence dans l'acide bouillant entre 118° et 120°, et qui, comme

on sait, jouit de la propriété de réduire les sels d'argent. Le sel brunâtre, ayant été redissous dans l'eau chaude, et le liquide filtré ayant été abandonné à la cristallisation, nous a donné des aiguilles qui ne se sont pas colorées sensiblement cette fois à l'abri de la lumière, et qui, parfaitement desséchées, ont laissé par la calcination 63,9 d'argent. Il résulte donc de ce que nous venons de rapporter que l'existence de l'acide acétique dans l'échantillon des acides volatils que nous devons à l'obligeance de M. Laurent ne saurait être mise en doute.

» La seconde portion, qui bouillait entre 135° et 145°, ayant été soumise à de nouvelles rectifications, nous a donné une faible proportion d'un liquide bouillant entre 138° et 142°, qui présentait une très légère odeur butyrique. Ce liquide, transformé en sel d'argent, nous a fourni un produit présentant l'aspect d'aiguilles blanches agglomérées, qui par la calcination a laissé 58,8 d'argent, proportion très voisine de 59,7 que donne le propionate d'argent pur, le défaut d'argent s'expliquant facilement par la présence d'une petite quantité de butyrate.

» M. Laurent nous ayant fait récemment un second envoi d'environ 170^{gr} à 180^{gr} de liqueurs acides bouillant entre 102° et 168°, nous avons soumis ce mélange à l'action de l'alcool méthylique et de l'acide sulfurique, en vue de déterminer l'éthérification des acides qui y étaient contenus. En soumettant le liquide éthéré, après purification, à des distillations fractionnées, nous en avons retiré une très petite quantité d'un liquide bouillant vers 35°, qui par la saponification nous a donné un sel dont nous avons extrait un acide qui, par l'ébullition avec des sels de mercure et d'argent, a déterminé la séparation immédiate de ces métaux, ainsi qu'on l'observe avec l'acide formique. Nous avons obtenu pareillement, en proportions à peu près égales, deux autres portions de liquides éthérés bouillant l'un entre 55° et 58°, le second entre 76° et 80°, présentant tous les caractères, le premier de l'acétate et le second du propionate de méthyle.

» Il résulte, ainsi qu'on le voit, de l'étude des produits qui font l'objet de cette Note, laquelle complète celle que nous avons précédemment publiée, que, dans la distillation des acides gras bruts opérée dans un courant de vapeur d'eau surchauffée, les différents termes de la série grasse prennent naissance, depuis l'acide acétique jusqu'à l'acide caprylique inclusivement, que nous avons tous obtenus dans un état de pureté parfaite. Nous ne doutons pas de l'existence dans ce mélange de termes beau-

coup plus élevés de la série, tels que les acides pélargonique et caprique; nous ne saurions toutefois l'affirmer, n'ayant pu nous les procurer suffisamment purs, en raison de leur faible proportion et de leur point d'ébullition très élevé, ce qui rend leur séparation très difficile. Les derniers produits de ces redistillations, qui passent à une température supérieure à 300°, se figent à la température ordinaire; nous n'avons pas essayé de les séparer.

» Indépendamment des acides de la série grasse dont nous avons signalé la formation dans la redistillation des acides gras bruts, il paraît se produire des acides appartenant à la série succinique. C'est ainsi que nous avons pu séparer d'un autre stock de produits que nous a fait parvenir M. Laurent d'assez grandes quantités d'acide sébacique, qui y est accompagné d'un second acide qui paraît constituer le terme immédiatement inférieur, mais que nous n'avons pu extraire en quantités assez notables et dans un état de pureté suffisante pour pouvoir être affirmatifs à cet égard. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Des variations de la force du cœur.* Note de M. **Marey**.

« La force du cœur, c'est-à-dire la valeur de l'effort qu'il produit à chacune de ses systoles, s'évalue ordinairement d'après la hauteur manométrique à laquelle s'élève la pression du sang dans une artère voisine du cœur. On multiplie cette pression par la surface intérieure du ventricule gauche, approximativement mesurée, et le produit exprime l'effort total exercé par les parois ventriculaires sur le sang qu'elles renferment. Cette valeur de la force du cœur est un peu trop faible, attendu que la pression dans le cœur offre toujours un notable excès sur la pression artérielle; c'est la condition nécessaire du courant rapide qui se fait du cœur aux artères.

» Quand une influence quelconque fait varier la résistance que le sang éprouve à passer des artères dans les veines, la pression du sang s'élève ou s'abaisse, et avec elle varie l'effort que le cœur effectue pour se vider. En cela, le cœur se comporte comme un muscle quelconque: pour tout muscle, en effet, s'il s'agit de soutenir un poids, l'effort effectué est rigoureusement égal à ce poids; s'il s'agit d'imprimer au poids une vitesse, l'effort nécessaire croîtra avec cette vitesse.

» Les expériences que nous venons de rappeler ne mesurent donc que l'effort actuel du cœur, mais ne préjugent rien relativement à l'effort maxi-

mum que cet organe pourrait développer s'il avait à lutter contre une résistance insurmontable. Pour mesurer cette *force possible* du cœur, j'ai recouru à des expériences directes.

» Isolant le cœur d'une tortue, je le plaçai dans les conditions de la circulation artificielle, c'est-à-dire sur le trajet d'un système de tubes dont les uns lui amenaient, à la façon de veines, du sang emprunté à un vase qui servait de réservoir, tandis que d'autres tubes, fonctionnant comme des artères, versaient ce sang dans un autre réservoir plus ou moins élevé. Sur le trajet de ces tubes, le cœur agissait donc comme une véritable pompe foulante. Un manomètre était branché sur le tube artériel, très près de l'orifice du cœur.

» En laissant la circulation s'effectuer librement, on constate à chaque systole du cœur une élévation du manomètre, élévation d'autant plus grande que le vase qui reçoit le sang artériel est plus élevé. Veut-on savoir quel est l'effort maximum que le cœur peut développer, on comprime le tube artériel en aval du manomètre, et l'on voit le mercure s'élever jusqu'à une hauteur double ou triple de celle qui correspond à l'effort fonctionnel du cœur, à celui qu'il effectue dans les conditions physiologiques pour se vider dans les artères.

» Mais cet effort statique exercé par le cœur contre le manomètre est loin d'être constant; il varie suivant l'instant où on le mesure. Si l'on saisit le moment où le ventricule rempli n'a pas encore commencé sa phase de resserrement, on obtient l'effort maximum; mais, si l'on attend que l'organe se soit déjà vidé d'une partie de son contenu pour le faire agir sur le manomètre, on trouve que la valeur de son effort est plus petite. Cette valeur décroît graduellement jusqu'à la fin de la systole et tend à devenir nulle.

» Ces résultats sont pleinement concordants avec ce que l'on connaît de la force contractile des muscles, qui a son maximum quand leurs fibres sont allongées et diminue graduellement à mesure que ces fibres se raccourcissent.

» On ne pouvait toutefois *a priori* attribuer à la force du cœur cette décroissance graduelle. En effet, dans l'acte systolique intervient une condition qui compense plus ou moins la décroissance de la force musculaire: je veux parler de la diminution graduelle du volume de sang contenu dans les ventricules. Grâce à cette diminution du contenu ventriculaire, l'effort nécessaire pour produire une même pression manométrique sera d'autant plus petit que la masse de sang contenue sera moindre. Les choses

se passent comme si un muscle, à mesure qu'il se raccourcit, agissait sur un bras de levier de plus en plus favorable; on conçoit que le moment d'action de ce muscle puisse changer de manière à compenser totalement la diminution de sa force, à mesure que le raccourcissement s'effectue.

» Il n'en est pas ainsi pour la force du cœur, et, malgré les conditions mécaniques de plus en plus favorables dans lesquelles il se trouve, du commencement à la fin de sa systole ventriculaire, les efforts manométriques qu'il a développés ont rapidement décru; les chiffres $0^m,11$, $0^m,08$, $0^m,05$, $0^m,02$ de mercure expriment les valeurs successives de ces efforts.

» Ainsi, le cœur a d'autant plus de force qu'il est plus rempli. Ce fait rend compte de ce qui se passe dans les cas où un obstacle au cours du sang élève la pression artérielle et crée à l'action du cœur une résistance plus grande. Le cœur ralentit alors ses mouvements, comme je crois l'avoir démontré autrefois. Or, par suite de ce ralentissement, le ventricule a plus de temps pour se remplir et s'emplit effectivement davantage; il se trouve donc, au début de sa systole, doué d'une force plus grande et capable de surmonter une résistance qu'il n'eût pu vaincre s'il eût été moins rempli.

» Il y a ici un nouvel exemple de ces harmonies que M. Milne Edwards a souvent signalées dans son beau Traité de Physiologie, montrant que chacun de nos organes se met, à chaque instant, dans l'état le plus favorable à l'exercice de sa fonction. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur la chlorophylle.* Note de M. **Pringsheim.**

« Les Communications relatives à la chlorophylle qui ont été publiées dans les derniers numéros des *Comptes rendus* de l'année 1879 (t. LXXXIX, nos 20, 21, 22, 23) me donnent l'occasion d'appeler l'attention de l'Académie sur deux Mémoires que j'ai publiés, il y a quelques mois, dans les *Comptes rendus mensuels de l'Académie des Sciences de Berlin* (voir *Monatsberichte d. Berl. Acad.* vom Juli und November 1879).

» J'y traite la question importante, qui a été tant de fois soulevée, et que M. Chevreul a adressée à M. Trécul dans la séance du 1er décembre 1879, concernant le rôle que joue la chlorophylle dans les plantes.

» En exposant, au microscope, le tissu végétal à la lumière solaire con-

centrée au moyen d'une lentille d'assez grandes dimensions, j'ai pu, par cette nouvelle méthode d'expérimentation, modifiée d'ailleurs d'après certaines conditions physiques, suivre par l'observation directe les effets de la lumière sur la chlorophylle et le contenu protoplasmique de la cellule vivante.

» Sans entrer dans les détails de ces expériences, que l'on pourrait appeler *microphotochimiques*, et qui d'ailleurs sont décrites succinctement dans les deux Mémoires ci-joints que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, je me borne ici à en indiquer les résultats les plus saillants.

» Et d'abord je ferai remarquer que j'ai pu démontrer l'existence d'une substance oléagineuse cristallisable, inconnue jusqu'à présent, qui se rencontre dans les grains de chlorophylle des plantes vertes. Cette substance incolore, que j'appelle *hypochlorine*, est un dissolvant énergique de la chlorophylle, avec laquelle pourtant elle peut être confondue facilement lorsque, par leurs dissolvants communs, on l'extrait des grains de chlorophylle qui la contiennent.

» De l'ensemble des notions que j'ai acquises sur l'hypochlorine, sur ses caractères chimiques et sur son existence générale dans toutes les plantes vertes qui se développent sous l'influence libre de la lumière, il résulte d'une manière certaine que ce corps, riche en carbone, qui d'ailleurs n'a pas encore été obtenu à l'état pur, a une relation directe avec l'assimilation du carbone par les parties vertes des plantes. Et si l'on considère de plus les conditions dans lesquelles, d'après mes recherches réitérées, l'hypochlorine se forme dans les plantules étiolées pendant la germination, il est difficile de ne pas admettre qu'elle est le produit immédiat de la décomposition de l'acide carbonique. En effet, de tous les corps carbonés dont la production dans la plante a été attribuée plus ou moins directement à la décomposition de l'acide carbonique, l'hypochlorine est le seul que les phanérogames, en germant, ne peuvent pas former sans l'aide de la lumière.

» Quant à la chlorophylle elle-même, il résulte de mes recherches que ce pigment n'est pas décomposé dans l'acte de l'assimilation du carbone. La chlorophylle, donc, ne peut pas être considérée chimiquement comme substance mère des corps carbonés des plantes.

» Dans la cellule vivante insolée au moyen de la méthode indiquée plus haut, elle se décompose en effet sous les yeux de l'observateur, mais sa décomposition est indépendante de l'absorption et de la présence même de l'acide carbonique. Elle s'effectue évidemment par l'absorption de

l'oxygène dans l'acte de la respiration végétale proprement dite, ce mot pris dans le sens que M. Garreau lui a donné.

» Or, on sait que la respiration ou l'inspiration d'oxygène atmosphérique a lieu chez les végétaux comme chez les animaux sans discontinuer, c'est-à-dire en plein jour comme dans l'obscurité. De plus, mes expériences microphotochimiques viennent prouver que, dans la cellule vivante verte, l'absorption de l'oxygène augmente avec l'intensité de la lumière et surtout avec l'intensité des rayons chimiques du spectre solaire. Mais la respiration, augmentant de plus en plus en pleine lumière, finit, ce qu'on voit clairement au microscope, par devenir nuisible à la plante, en brûlant les corps combustibles du contenu de la cellule et en détruisant en première ligne l'hypochlorine, qui sert d'aliment à la respiration.

» La lumière intense, dont la plante ne peut se passer et qui est si indispensable pour l'accumulation du carbone, lui devient pernicieuse, par conséquent, du moment où, l'intensité de la lumière dépassant certaines limites, l'énergie de l'oxydation devient plus grande que l'énergie de l'assimilation. C'est la chlorophylle qui, par ces absorptions lumineuses, contre-balance ces deux fonctions, opposées l'une à l'autre dans leurs effets physiologiques. En absorbant de préférence les rayons chimiques de la lumière, le pigment chlorophyllien en diminue l'effet respiratoire, et c'est grâce à cet écran protecteur dont jouit la plante que, même en plein soleil, l'assimilation du carbone surpasse l'oxydation des corps carbonés des plantes.

» Ainsi, contrairement à ce qu'on croyait jusqu'à présent, la chlorophylle n'a pas de relation directe avec la décomposition de l'acide carbonique, mais joue plutôt un rôle régulateur dans l'acte respiratoire des végétaux. On doit donc reconnaître que l'existence de la végétation et l'accumulation des corps carbonés dans les plantes s'expliquent suffisamment par ce simple rôle régulateur de la chlorophylle, sans qu'on ait besoin d'admettre que le pigment vert entre chimiquement dans l'acte de la décomposition de l'acide carbonique, ce qui, d'ailleurs, est contraire à l'expérience.

» Pour se faire une idée juste de ce rôle protecteur de la chlorophylle, il faut tenir compte de ses relations intimes avec l'hypochlorine et de la localisation commune de ces deux substances dans les grains de chlorophylle.

» Ordinairement, on admet que ceux-ci sont des corps solides, homogènes et colorés par le pigment. Certains phytotomes professent aussi l'opinion que ce sont de vraies vésicules, munies d'une membrane propre.

Mais lorsque, dans les conditions indiquées dans mon Mémoire, on les examine attentivement au microscope, on arrive à constater que ce sont en effet des corps visiblement poreux, dont la substance solide, semblable à peu près à une petite éponge, est imprégnée entièrement d'une huile spéciale dans laquelle le pigment vert est dissous et qui généralement renferme la substance cristallisable que j'ai nommée *hypochlorine*. Protégé de la sorte par le pigment foncé, l'hypochlorine, qui semble être la substance mère des hydrates de carbone, est à l'abri d'une combustion rapide, qui en plein soleil la détruirait bientôt par l'absorption d'oxygène, croissant dans les parties vertes avec l'intensité de la lumière.

» On peut se convaincre de ce fait par l'observation directe, en exposant des cellules vertes à l'insolation à différents degrés d'intensité de lumière.

» Dans les cellules insolées sans interruption, pendant toute une longue journée d'été, on trouve, si les rayons du soleil qui frappent la cellule ne sont pas concentrés, l'hypochlorine entièrement intacte dans les grains de chlorophylle, qui eux-mêmes ne se décolorent pas non plus pendant cette insolation non interrompue. Toutefois, il faut éviter que la température atteigne un degré nuisible. Évidemment, dans ces circonstances, l'absorption chlorophyllienne suffit pour garantir l'existence de l'hypochlorine, même en plein soleil.

» Mais lorsqu'on expose des cellules vertes à l'influence de la lumière solaire concentrée d'après la méthode d'expérimentation indiquée plus haut, l'hypochlorine est détruite presque à l'instant, avant même que la chlorophylle soit attaquée par la lumière intense. Bien entendu, du reste, que l'expérience se fait en présence de l'oxygène. Dans les milieux dépourvus d'oxygène, la lumière solaire, même concentrée, n'a pas d'effet ni sur la chlorophylle ni sur l'hypochlorine.

» En terminant cet exposé succinct de mes recherches, je voudrais ajouter encore une réflexion.

» On mettra peut-être en doute que ce rôle régulateur de la respiration que la chlorophylle joue, d'après mes vues, soit le seul qu'elle remplisse dans l'acte vital de la végétation. Il va sans dire qu'on pourrait déduire théoriquement de l'absorption lumineuse du pigment une augmentation de température utile à la plante. D'un autre côté, les notions, peu précises à la vérité, que nous possédons à l'égard de l'influence des matières colorantes sur l'action chimique de la lumière pourraient amener à admettre un effet direct de la chlorophylle sur l'assimilation du carbone,

effet que les absorptions lumineuses de cette substance produiraient en augmentant l'activité chimique des rayons auxquels on attribue la décomposition de l'acide carbonique.

» Toutefois, la fonction protectrice de la chlorophylle est la seule qui soit démontrée directement; quant aux hypothèses que je viens de mentionner, elles ne sont basées ni sur un fait positif ni sur une expérience bien démontrée, et les recherches que je poursuis depuis longtemps dans ce but ne m'ont pas fourni jusqu'à présent de résultats assez décisifs. J'espère pourtant qu'il me sera possible de leur donner la précision désirable, et je ne manquerai pas alors de les faire connaître avec tous les développements nécessaires. »

M. **Larrey** communique à l'Académie l'extrait suivant d'une Lettre qu'il vient de recevoir de M. *de Lesseps* :

« A bord du paquebot *Lafayette*, 30 décembre 1879.

» Nous allons aborder la plage de Colon, terme de notre première navigation, avant de prendre le chemin de fer qui nous conduira à Panama. Je griffonne, au milieu d'un assez fort balancement, quelques lignes qui vous annoncent notre bonne arrivée, ainsi que je vous l'ai promis.

» Deux jours après notre départ de Saint-Nazaire, nous avons eu grosse mer jusqu'aux Antilles.

» Nous avons relâché à la Guadeloupe, où la quarantaine ne nous a pas permis de communiquer avec la terre.

» A la Martinique, la population entière nous a fait un accueil splendide. Je vous envoie une gravure représentant la partie du jardin botanique de Saint-Pierre où la Municipalité, la Chambre de commerce, le Cercle, etc., se sont réunis pour nous donner, sous les inextricables ombrages des tropiques, un banquet de cent cinquante couverts, ayant pour entourage une population de toutes les couleurs.

» Nous avons ensuite relâché à la Guayra, port du Venezuela, où nous avons eu un avant-goût de l'enthousiaste réception qui nous a été faite à Bassenquilla, ville de la Colombie, au bord de la Madeleine.

» Nous avons beaucoup examiné, pendant la traversée, la question du travail de notre canal avec les membres de la Commission technique. Nous sommes pleins de confiance dans le résultat.... »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau condensateur voltaïque.* Note de M. d'Arsonval, présentée par M. Berthelot.

« En voyant les effets énergiques, mais très courts, développés par les piles secondaires, et principalement par la batterie de M. Gaston Planté, je me suis demandé s'il n'était pas possible d'obtenir un condensateur voltaïque pouvant emmagasiner une quantité d'électricité beaucoup plus grande. J'ai essayé, en conséquence, de découvrir les causes qui limitent si malheureusement ce qu'on pourrait appeler le pouvoir condensant du couple à lames de plomb.

» Si l'on suppose ce couple chargé, on voit qu'il représente une pile dont le métal oxydable est l'hydrogène et le corps dépolarisateur l'oxygène emmagasiné à l'état de peroxyde de plomb. L'état *gazeux* du métal oxydable en limite forcément le dépôt, qui atteint bientôt un maximum qu'il ne peut dépasser. A partir de ce moment, le courant de charge passe en pure perte, puisque l'hydrogène produit est rejeté dans l'atmosphère. C'est la principale cause qui limite le pouvoir condensant du couple à lames de plomb, mais ce n'est pas la seule. Le dépôt d'oxygène est également limité et cesse lorsque la lame de plomb est recouverte sur toute sa surface d'une couche de peroxyde de plomb qui protège le reste du métal contre l'oxydation. A partir de ce moment, l'oxygène se dégage dans l'air et le courant de charge passe inutilement. Il y a donc avantage à développer énormément *la surface* du plomb où se produit le dégagement d'oxygène.

» J'ai eu l'idée de remplacer le dégagement d'hydrogène, *métal gazeux*, par un dégagement de zinc, *métal solide*. Ce n'est plus l'eau que j'électrolyse, mais bien un sel de zinc. D'un autre côté, j'ai considérablement augmenté la surface du plomb offerte à l'oxydation en remplaçant la lame unique par une lame de charbon entourée de grenaille de plomb très fine. La surface du plomb devient énorme si l'on prend ces grains de plomb très fins désignés dans le commerce sous le nom de *cendrée*. Mon couple secondaire se compose donc d'une lame de zinc et d'une lame de charbon entourée de cendrée plongeant dans une solution

concentrée de sulfate de zinc. Si un couple ainsi construit est traversé par un courant voltaïque allant du charbon au zinc, le sel de zinc se trouve électrolysé, le zinc se dépose sur le zinc et l'oxygène vient former sur le plomb du peroxyde de plomb, l'acide sulfurique restant à l'état libre. Le dépôt du métal oxydable ne se trouve plus limité, et l'oxygène peut être accumulé en beaucoup plus grande quantité. Avec un petit couple qui ne contenait que 1^{kg} de cendrée j'ai pu faire fonctionner, quatre heures durant, un moteur électrique Deprez.

» Dans la pratique, j'ai remplacé avantageusement la lame de zinc par une couche de mercure, qui forme un amalgame avec le zinc électrolysé. Dans ces conditions, le couple m'a paru conserver très longtemps sa charge. J'ai trouvé sa force électromotrice maxima égale à $2^{volts},1$.

» Le plomb n'est pas le seul métal qui puisse servir avantageusement à emmagasiner l'oxygène; le manganèse produit le même résultat : c'est même un excellent moyen pour recharger les couples Leclanché épuisés. Je citerai aussi l'argent, qui, en présence du chlorure de zinc, donne un dépôt de chlorure d'argent. Mais rien comme force électromotrice n'approche du peroxyde de plomb, comme on le sait d'après les expériences de M. A. de la Rive et celles de M. G. Planté. On peut également employer comme corps oxydable un métal dont le sel est soluble, le cuivre par exemple. Dans ces conditions, il se produit du sulfate de cuivre; mais son accumulation est rendue impossible, car ce sulfate de cuivre se trouve électrolysé au même titre que le sulfate de zinc et de préférence à lui : le cuivre va se déposer sur la lame de zinc, et l'on défait d'un côté ce que l'on fait de l'autre. C'est pourquoi il faut, autant que possible, emmagasiner l'oxygène sous forme d'un composé *insoluble*, pour le soustraire à l'électrolyse du courant de charge. Si l'on produit un sel soluble, il faut l'isoler, au fur et à mesure de sa production, par un mécanisme que je ferai connaître dans une prochaine Communication sur les piles voltaïques [1]. »

VITICULTURE. — *Sur l'emploi du sulfure de carbone pour la destruction du Phylloxera.* Lettre de M. **Boiteau**, délégué de l'Académie, à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Des observations faites dans le courant de l'année qui vient de s'écouler il résulte que, le sulfure de carbone étant un agent des plus funestes

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Médecine du Collège de France.

pour le système radiculaire de la vigne, il y a lieu d'en modifier les modes d'emploi et de chercher la combinaison la plus favorable à la destruction du Phylloxera, tout en nuisant le moins possible au végétal.

» Les effets de mortification que j'ai signalés au commencement de l'année 1879 se rapportaient aux opérations faites dans la Gironde. Depuis, j'ai fait une excursion dans le midi de la France, et j'ai pu me convaincre que les accidents se produisent sous tous les climats et que le mal signalé dans la Gironde se constate dans l'Hérault. Le doute n'est donc plus permis, et il y a lieu de tenir compte, et un compte très sévère même, d'accidents inévitables, mais que l'on pourra rendre inappréciables. Dans ce moment, je fais arracher de très vieilles vignes qui ont reçu l'année dernière une première application de sulfure de carbone. Il m'est très facile de me rendre compte des accidents produits en visitant le système radiculaire soulevé. Tout ce que j'observe confirme pleinement ma Communication de l'année dernière, et des racines d'un diamètre de plus de $0^{m},05$ sont totalement mortifiées dans le voisinage des injections (¹).

» Ce qui découle de ces constatations, c'est que, sans abandonner le seul agent insecticide dont nous puissions tirer un parti avantageux, il y a lieu de bien se pénétrer de ses effets funestes et de chercher dans les combinaisons de son emploi quels seraient les moyens de concilier la destruction de l'insecte sans nuire au pied de vigne. En règle générale, il vaudrait mieux laisser subsister quelques parasites que d'attaquer trop sérieusement le système radiculaire. Toutes mes observations ont confirmé les appréciations que j'ai déjà eu l'honneur de communiquer à l'Académie et qui se rapportent au rayon toxique, à l'asphyxie momentanée et à l'époque d'emploi.

» Tout ce qu'il faut chercher à produire, c'est de faire disparaître le plus grand nombre possible d'insectes avec le plus petit nombre d'injections. Il y a cependant une limite au delà de laquelle on ne peut pas aller. Le sulfure de carbone rayonne à une distance qui peut aller à plus de $1^{m},50$;

(¹) Au Mas de las Sorres, près Montpellier, j'ai fouillé les carrés traités par la Compagnie P.-L.-M., et les accidents sont semblables à ceux qui ont été observés dans la Gironde. L'aspect extérieur des vignes au mois d'août démontrait, par la végétation, quels étaient les points traités et ceux qui avaient été laissés comme témoins : ces derniers étaient les plus favorisés. Il serait donc téméraire de nier des faits qui pourraient avoir pour les propriétaires de funestes conséquences, en les laissant croire à l'innocuité complète du sulfure de carbone.

mais l'effet insecticide ne dépasse guère, dans aucun cas, $0^m,35$ ou $0^m,40$ au plus. Il y a donc une nécessité inévitable : c'est celle de faire au moins deux injections par mètre carré. Cette quantité minimum ne peut pas être réduite si l'on veut obtenir des résultats sérieux. Il faut encore que les injections soient disposées de manière à ne pas atteindre le système radiculaire dans tout le pourtour du cep, afin de laisser la plus grande quantité de racines intactes. Tous les procédés qui consistent à entourer les ceps d'une ceinture d'injections doivent être rejetés. Les procédés à injections réitérées, avec tous les trous alternés, sont ceux qui procurent le plus de mortifications. Il en est de même du procédé qui consiste à faire une injection au pied même de la souche; c'est ce dernier qui nous a donné les plus mauvais résultats.

» Pour vaincre dans la mesure la plus large possible tous ces accidents, je vais indiquer un procédé qui est applicable à toutes les vignes, quelles que soient les distances des interlignes. Ce procédé consiste à faire les injections en lignes parallèles aux lignes des ceps, en se portant à droite et à gauche de celles-ci, et à des distances qui peuvent varier par suite de la largeur des interlignes, mais qui, dans aucun cas, ne doivent être inférieures à $0^m,25$ ou $0^m,30$. Ces distances, variables entre les interlignes, ne le sont plus dans le sens des lignes, et pour celles-ci on prend la distance maximum d'un trou à un autre et qui doit être de $0^m,70$ ou de $0^m,75$. Par ce moyen, on a des bandes parallèles qui n'ont aucun trou d'injection. Les lignes des ceps se trouvent au milieu de ces bandes et les racines peuvent y circuler librement sans craindre l'intoxication. Le nombre des lignes d'injections varie entre chaque interligne des ceps suivant la largeur de ceux-ci. Les injections devant être à un maximum de distance de $0^m,70$ à $0^m,75$, il faut autant de lignes d'injection qu'il y a de fois $0^m,70$ ou $0^m,75$ dans les interlignes. Il arrive très souvent aussi que les distances ne sont pas des multiples réguliers de ces chiffres, ce qui modifie les distances, et par conséquent les doses à injecter. Si le sulfure de carbone agit efficacement sur l'insecte, c'est encore à la condition d'être injecté à une dose déterminée par mètre carré. La dose qui nous a paru donner d'excellents résultats culturaux varie entre 16^{gr} à 20^{gr} par mètre carré et en deux injections.

» Si l'on fait des traitements réitérés, il est nécessaire de répéter l'opération en se servant des mêmes trous, afin de ne pas augmenter les accidents. Dans les traitements simples, on devra opérer de la même manière

et chercher autant que possible à faire tous les ans les injections aux mêmes points.

» D'après ce qui précède, voici comment nous conseillons de procéder.

» En général, les vignes sont espacées par des interlignes qui varient depuis 1^{m} jusqu'à 2^{m}. De 1^{m} à $1^{m},50$, il faut faire deux lignes d'injections, et de $1^{m},50$ à 2^{m} il faut en faire trois.

» Dans les plantations de 1^{m} à $1^{m},50$, il y a plusieurs moyennes qui font varier le nombre d'injections et demandent, par conséquent, des doses différentes. Il en est de même pour les plantations de $1^{m},50$ à 2^{m}.

» Les figures suivantes donnent la place des trous d'injections pour les plantations de 1^{m} à $1^{m},50$ et de $1^{m},50$ à 2^{m}.

De 1^{m} à $1^{m},50$. De 1^{m} à $1^{m},50$.

$0^{m},70$.

De $0^{m},50$ à $0^{m},75$. De $0^{m},25$ à 0,37.

» Dans les interlignes, les distances des trous varient de $0^{m},50$ à $0^{m},75$.

» Des trous d'injection à la ligne des ceps, les trous varient de $0^{m},25$ à $0^{m},37$.

» Dans le sens des lignes, les trous d'injection sont à la distance moyenne, soit $0^{m},70$.

» Le nombre d'injections par hectare varie de 19000 à 29000 environ.

» D'après ces nombres de trous, qui sont les extrêmes de plusieurs moyennes suivant

les distances intermédiaires, on arrive aux doses qne nous avons établies dans le Tableau suivant :

De $1^m,00$ à $1^m,20$	7^{gr} par injection
De $1^m,20$ à $1^m,30$	8^{gr} »
De $1^m,30$ à $1^m,40$	9^{gr} »
De $1^m,40$ à $1^m,50$	10^{gr} »

De $1^m,50$ à 2^m. De $1^m,50$ à 2^m.

$0^m,70$.

De $0^m,50$ à $0^m,66$. De $0^m,25$ à $0^m,33$.

» Dans les interlignes, les distances des trous varient de $0^m,50$ à $0^m,66$.

» Des trous d'injection aux lignes des ceps, les distances varient de $0^m,25$ à $0^m,33$.

» Dans le sens des lignes, les trous d'injection sont à la distance moyenne, soit $0^m,70$.

» Le nombre d'injections par hectare varie de 22000 à 29000 environ.

» D'après ces nombres de trous, qui sont les extrêmes de plusieurs moyennes suivant les distances intermédiaires, on arrive aux doses établies dans le Tableau suivant :

De $1^m,50$ à $1^m,60$...........	6^{gr} par injection
De $1^m,60$ à $1^m,80$.	7^{gr} »
De $1^m,80$ à 2^m.....	8^{gr} »

» Si les lignes des ceps n'avaient pas les espacements réguliers, on appliquerait les Tableaux aux distances, et, si les espacements irréguliers étaient régulièrement alternés, on pourrait établir une moyenne de deux interlignes et opérer d'après celle-ci.

» Dans les plantations à deux ou trois rangées de ceps, on opère comme ci-dessus; mais il est nécessaire de faire, en dehors du dernier rang, deux lignes d'injections, la dernière à $0^m,70$ en tous sens.

« Si les plantations sont à rangs seuls, on met les trous d'injection à $0^{m},35$ de la ligne des ceps; mais il est nécessaire de faire deux lignes d'injections de chaque côté, la dernière à $0^{m},70$ en tous sens.

$0^{m},70$.

$0^{m},70$ $0^{m},35$.

» La dose de sulfure doit être de 9^{gr} par injection.

» Les trous d'injection sont bouchés par l'ouvrier, qui tasse leur ouverture avec son pied.

» Le sulfure de carbone ne détruit les insectes souterrains que lorsque ceux-ci sont situés sur des racines ou sur les parties du végétal qui se trouvent recouvertes d'une couche de terre d'une dizaine de centimètres. Ceux qui sont situés sur le collet de la plante ou sur la base des racines qui forment le premier étage sont presque toujours épargnés, et ce sont eux qui sont la principale cause des réinvasions estivales.

» Pour être complet, le traitement au sulfure de carbone doit être aidé par un badigeonnage de la partie inférieure de la souche et de la base des premières racines, destiné à faire disparaître les insectes épargnés par celui-ci (1).

» Cette opération, très peu coûteuse, peut se faire pendant tout l'hiver; mais il est préférable de profiter du déchaussage de la première façon de labour, qui se fait aux mois de mars ou d'avril. Il est indispensable d'opérer avant l'éclosion de la première ponte, qui a lieu dans le mois d'avril.

(1) Ce moyen, que j'avais indiqué dans mon Guide de 1878, a donné de si bons résultats dans les parcelles où il a été appliqué en 1879, qu'au mois de septembre dernier on ne trouvait pas un seul insecte sur les racines des pieds ainsi traités, tandis que les pieds voisins, qui n'avaient reçu que le sulfure de carbone, en étaient assez abondamment pourvus.

Afin de faciliter la pénétration de la solution insecticide, il est utile d'enlever en godet la terre qui se trouve au pourtour du collet de la plante et de la base des premières racines.

» On peut se servir, comme agents insecticides, des différents sulfocarbonates purs ou en solutions au cinquantième, ou encore (et c'est le liquide que nous recommandons, à cause de sa plus grande durée d'effet et de son bas prix), des solutions à base d'huile lourde de coaltar.

» Voici comment je prépare mes nouvelles solutions, qui sont très efficaces et complètement inoffensives :

Chaux éteinte en pâte assez consistante...........	5 parties
Huile lourde de coaltar..........................	1 »

Mélanger le tout à l'aide du bouloir dont se servent les maçons pour faire le mortier ou par tout autre moyen, de manière à incorporer parfaitement les deux substances. Il en résulte une pâte noire, d'une odeur très pénétrante et d'une consistance plus ou moins grande. Cette pâte doit être tenue dans un endroit frais.

» Pour l'employer, on l'étend de huit ou dix fois son volume d'eau en agitant fortement à l'aide d'un pinceau. A cet effet, on se sert de seaux ordinaires que l'ouvrier porte à la main. Il est utile d'agiter chaque fois que le pinceau plonge dans le liquide. Cette solution maintient l'huile parfaitement dissoute et le pinceau ne se charge jamais; il est impossible, le voulût-on, de nuire au cep. L'ouvrier muni de son seau et de son pinceau suit les ceps de vigne et mouille fortement, à l'aide de ce dernier, le collet et la base des premières racines, en laissant couler une partie du liquide autour de la racine pivotante et sur la terre formant cuvette.

» Si l'on se sert des sulfocarbonates, on doit employer le même procédé d'application; mais alors il est utile de recouvrir immédiatement de terre, pour empêcher l'évaporation de se produire. Avec les préparations à base d'huile lourde de coaltar, cet inconvénient n'est pas à craindre, et l'on peut attendre le chaussage de la seconde façon. »

VITICULTURE. — *Sur la résistance du Phylloxera aux basses températures.* Extrait d'une Lettre de M. **M. Girard** à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans une Note récente [1] sur la résistance des pucerons aux froids rigoureux, M. J. Lichtenstein annonce que les Phylloxeras souterrains de

---

[1] *Comptes rendus*, t. XC, p. 80.

la vigne n'ont nullement souffert des basses températures — 11° et — 12° qui ont été constatées à Montpellier en décembre 1879. Ce fait était aisé à prévoir, d'après mes expériences antérieures.

» Pendant l'hiver 1875-1876, j'ai constaté, au laboratoire de M. Pasteur, que des larves hivernantes du Phylloxera, fixées sur les racines, ont supporté, pendant plusieurs jours, l'action *directe* des températures — 8° et — 10°, obtenues par des mélanges réfrigérants. J'en tirais cette conclusion que, en raison de la mauvaise conductibilité du sol et d'après les expériences de MM. Becquerel, le Phylloxera souterrain n'avait rien à craindre du froid [1]. »

M. G. **Foex** adresse, de Montpellier: 1° des photographies relatives au Phylloxera et aux vignes américaines; 2° une collection de modèles de graines de vignes, à un grossissement de 10 diamètres, exécutés en vue de faciliter l'étude des caractères distinctifs des espèces.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Gard** adresse une Communication relative à un mode de traitement des vignes phylloxérées.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Directeur général des Douanes** adresse un exemplaire du Tableau général des mouvements du cabotage en 1878.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des fonctions de deux variables à trois ou quatre paires de périodes.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« I. Soient b et β deux constantes données, m un entier quelconque, $a_1, a_2, \ldots, a_n, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ des constantes assujetties à la condition

(1) Mes expériences sont exposées en détail dans mon travail *Sur la maladie de la vigne dans les Charentes*, travail que l'Académie a bien voulu insérer dans ses *Mémoires des Savants étrangers* pour 1876.

$\Sigma a_h - \Sigma \alpha_h = m\beta$. Posons

$$\varphi(x) = \prod_{h=1}^{h=n} \frac{\theta_1(x+a_h)}{\theta_1(x+\alpha_h)},$$

et désignons par $f(y)$ une fonction uniforme de y admettant la période b. La fonction

$$(1) \qquad f\left[my + \frac{b}{2\pi i}\log\varphi(x)\right]$$

est une fonction uniforme de x et y admettant trois paires de périodes conjuguées, à savoir pour x les périodes ω, ω', o et pour y les périodes correspondantes o, $\frac{b\beta}{\omega}$, b. Formons un nombre quelconque de fonctions telles que (1), puis prenons une fonction rationnelle de ces fonctions, de fonctions doublement périodiques de x aux périodes ω et ω', et de fonctions doublement périodiques de y aux périodes $\frac{b\beta}{\omega}$ et b; nous obtiendrons ainsi une fonction uniforme $F(x, y)$ admettant les trois paires de périodes déjà indiquées, et dont les dérivées partielles sont des fonctions composées de la même façon que la fonction elle-même.

» II. Parmi les fonctions précédentes $F(x, y)$, je considère en particulier celles qui sont des fonctions *rationnelles* de $e^{\frac{2\pi y i}{b}}$; les dérivées partielles de ces fonctions seront composées comme les fonctions elles-mêmes. Entre trois de ces fonctions particulières

$$(2) \qquad u = \Phi(x, y), \quad v = \Psi(x, y), \quad w = \Pi(x, y),$$

il existe une relation *algébrique*. En effet, en éliminant $e^{\frac{2\pi y i}{b}}$ entre les deux premières des équations (2), on obtient une relation algébrique entière entre u et v, dont les coefficients sont des fonctions de x admettant la période ω et se reproduisant multipliées par un facteur de la forme $Ae^{\frac{2k\pi x i}{\omega}}$ quand on augmente x de ω'. Ce facteur est le même pour tous les coefficients, car la relation entre u, v et x ne doit pas changer quand on augmente x de ω'. Par suite, en multipliant ou divisant tous les termes de cette relation par un produit convenable de fonctions θ, on peut la mettre sous la forme

$$(3) \qquad \Sigma u^\lambda v^\mu B_{\lambda\mu} = 0,$$

où les coefficients B sont des fonctions de x admettant les deux périodes ω

et ω'. En éliminant de même $e^{\frac{2\pi y i}{b}}$ entre la première et la dernière des équations (2), on obtient une relation

$$(4) \qquad \Sigma u^\lambda w^\mu C_{\lambda\mu} = 0,$$

où les coefficients C sont des fonctions de x admettant les deux périodes ω et ω'. L'élimination de x entre les équations (3) et (4) conduit à une relation algébrique entre u, v, w, ce qui démontre le théorème. En particulier, il existe une relation algébrique entre u, $\frac{\partial u}{\partial x}$, $\frac{\partial u}{\partial y}$. Il résulte encore du théorème précédent que, si l'on considère deux équations algébriques

$$(5) \qquad f_1(z, t, u, v) = 0, \quad f_2(z, t, u, v) = 0$$

entre deux variables z et t et les fonctions u, v de x et y, les variables x et y, considérées comme fonctions de z et t définies par ces équations (5), satisfont à un système d'équations différentielles simultanées de la forme

$$Z\,dz + T\,dt = dx,$$
$$Z_1\,dz + T_1\,dt = dy,$$

dans lesquelles Z, T, Z_1, T_1 sont des fonctions *algébriques* de z et t.

» Parmi les fonctions de cette espèce se trouvent les fonctions de deux variables à trois paires de périodes étudiées par Rosenhain (Académie des Sciences, *Savants étrangers*, 1851).

» III. Si l'on fait

$$\psi(x) = \prod_{h=1}^{h=n'} \frac{\vartheta_1(x + a'_h)}{\vartheta_1(x + \alpha'_h)}$$

avec la condition $\Sigma a'_h - \Sigma \alpha'_h = -m\beta'$, et si l'on emploie les mêmes notations que dans le § I, en supposant que la fonction $f(y)$ admette, outre la période b, une autre période b', on voit que la fonction

$$f\left[my + \frac{b}{2\pi i}\log\varphi(x) + \frac{b'}{2\pi i}\log\psi(x)\right]$$

est uniforme et admet quatre paires de périodes conjuguées, à savoir pour x les périodes 0, 0, ω, ω' et pour y les périodes correspondantes b, b', $\frac{b\beta}{\omega}$, $\frac{b'\beta'}{\omega'}$. On peut encore former des fonctions analogues aux précédentes avec des fonctions périodiques de plusieurs variables et des fonctions Θ de plusieurs variables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions doublement périodiques de seconde espèce*. Note de M. **Mittag-Leffler**, présentée par M. Hermite.

« Soit $F(x)$ une fonction doublement périodique de seconde espèce, telle que

$$(1) \quad \begin{cases} F(x+2K) = \mu F(x), \\ F(x+2iK') = \mu' F(x), \end{cases}$$

et soit

$$(2) \quad F(a+\varepsilon) = A\varepsilon^{-1} + A_1 D\varepsilon^{-1} + \ldots + A_\alpha D^\alpha \varepsilon^{-1} + B + B_1\varepsilon + \ldots$$

pour le voisinage d'un pôle a de $F(x)$. M. Hermite a montré que $F(x)$ peut alors être représenté par la formule

$$(3) \quad F(x) = \Sigma[Af(x-a) + A_1 Df(x-a) + \ldots + A_\alpha D^\alpha f(x-a)],$$

où la sommation embrasse tous les pôles a qui sont situés dans le parallélogramme des périodes

$$p + \xi 2K + \eta 2iK', \quad 0 \leqq \xi < 1, \quad 0 \leqq \eta < 1,$$

p étant une constante arbitraire.

» La fonction $f(x)$ est définie par l'égalité

$$(4) \quad f(x) = \frac{H'(0)H(x+\omega)}{H(\omega)H(x)} e^{\lambda x},$$

où λ et ω sont des constantes telles que

$$(5) \quad \mu = e^{\lambda 2K}, \quad \mu' = e^{-\frac{i\pi\omega}{K} + \lambda 2iK'}.$$

» C'est évident que la formule (3) est en défaut toutes les fois que

$$(6) \quad \omega = \pm 2mK \pm 2niK',$$

où m et n sont des nombres entiers positifs au zéro. Chaque fois que ω a la forme (6), les deux constantes μ et μ' peuvent être mises sous la forme

$$(7) \quad \mu = e^{\lambda' 2K}, \quad \mu' = e^{\lambda' 2iK'}.$$

» *La condition nécessaire et suffisante pour que la formule* (3) *soit en défaut est par conséquent que les deux constantes* μ *et* μ' *puissent être mises sous la forme* (7).

» Il paraît être d'une grande importance de trouver une formule qui remplace celle de M. Hermite dans ce cas d'exception. On peut facilement obtenir cette formule en employant le même procédé par lequel M. Hermite a déduit la formule

$$(8)\qquad F(x)=\sum a + a_1 D\frac{H'(x-a)}{H(x-a)}+\ldots+a_\alpha D^\alpha \frac{H'(x-a)}{H(x-a)}$$

de la formule (3) ([1]), dans le cas où $F(x)$ est une fonction doublement périodique de première espèce.

» Je préfère pourtant suivre une autre voie peut être plus rigoureuse et qui a été employée maintes fois par M. Hermite. Soit $\mathfrak{F}(z)$ une fonction uniforme quelconque avec le seul point singulier essentiel $z=\frac{1}{0}$ et soit Δ la somme des résidus des différeuts pôles de cette fonction qui sont situés dans l'intérieur du parallélogramme $p+\xi\, 2K+\eta\, 2iK'$, sur le contour duquel il n'y a point de pôles.

» On a alors

$$(9)\qquad \left\{\begin{aligned} 2\pi i\Delta = 2K &\int_0^1[\mathfrak{F}(p+2Kt)-\mathfrak{F}(p+2iK'+2Kt)]\,dt \\ &-2iK'\int_0^1[\mathfrak{F}(p+2iK't)-\mathfrak{F}(p+2K+2iK't)]\,dt. \end{aligned}\right.$$

» Soit maintenant $F(x)$ une fonction doublement périodique de seconde espèce pour laquelle les deux constantes μ et μ' ont la forme (7) et mettons, en supprimant l'indice de λ,

$$(10)\qquad f(z)=\frac{H'(z)}{H(z)}e^{\lambda z},$$

et, pour un moment,

$$(11)\qquad \mathfrak{F}(z)=F(z)f(x-z).$$

» On a alors

$$(12)\qquad \left\{\begin{aligned} &\mathfrak{F}(z+2K)=\mathfrak{F}(z),\\ &\mathfrak{F}(z+2iK')=\mathfrak{F}(z)+\frac{i\pi}{K}e^{\lambda(x-z)}F(z), \end{aligned}\right.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXV.

et, en employant la formule (9),

$$\Delta = -e^{\lambda x}\int_0^1 e^{-\lambda(p+2Kt)}F(p+2Kt)\,dt. \tag{13}$$

» Supposons maintenant que x soit situé en dedans du parallélogramme $p+\xi 2K + \eta 2iK'$ et que

$$F(a+\varepsilon) = a\varepsilon^{-1} + a_1 D\varepsilon^{-1} + \ldots + a_\alpha D^\alpha \varepsilon^{-1} + b + b_1\varepsilon + \ldots \tag{14}$$

dans le voisinage d'un pôle a. Le résidu qui correspond à ce pôle a devient alors ([1])

$$a\,f(x-a) + a_1 D\,f(x-a) + \ldots + a_\alpha D^\alpha f(x-a),$$

et l'on obtient

$$F(x) = a_0 e^{\lambda x} + \Sigma[a\,f(x-a) + a_1 D\,f(x-a) + \ldots + a_\alpha D^\alpha f(x-a)], \tag{15}$$

où

$$a_0 = \int_0^1 e^{-\lambda(p+2Kt)}F(p+2Kt)dt, \tag{16}$$

et la sommation embrasse tous les pôles de $F(x)$ qui sont situés en dedans du parallélogramme des périodes.

» En mettant en (15) $x + 2iK'$ au lieu de x, on obtient immédiatement

$$F(x+2iK') = e^{\lambda 2iK'}F(x) - \frac{i\pi}{K}e^{\lambda x}\Sigma(a + a_1\lambda + \ldots + a_\alpha\lambda^\alpha)e^{-\lambda a}, \tag{17}$$

d'où il suit que

$$\Sigma(a + a_1\lambda + \ldots + a_\alpha\lambda^\alpha)e^{-\lambda a} = 0. \tag{18}$$

» Si l'on met, dans la formule (9), $F(z)$ au lieu de $\mathfrak{F}(z)$, on obtient, en observant que a est le résidu du pôle a,

$$\left\{\begin{aligned} 2\pi i\sum a = {} & 2K(1-e^{\lambda 2iK'})\int_0^1 F(p+2Kt)dt \\ & - 2iK'(1-e^{\lambda 2K})\int_0^1 F(p+2iK't)dt. \end{aligned}\right. \tag{19}$$

» Il est facile de déduire la formule (18) de (19) et *vice versa*.

» La formule (15) avec les deux formules adjointes (16) et (18) donnent

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 693.

ainsi la représentation de $F(x)$ dans tous les cas où la formule (3) de M. Hermite est en défaut. Si $\lambda = 0$, $F(x)$ devient une fonction doublement périodique de première espèce, et la formule (15) se réduit alors à la formule (8) donnée par M. Hermite, dans sa Note de la sixième édition du *Calcul différentiel et intégral* par Lacroix. La formule (18) devient, dans ce cas,

$$\Sigma a = 0. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination d'équations numériques ayant un nombre donné de racines imaginaires.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« Il est très facile de former des types d'équation ayant toutes leurs racines réelles et de celles-là on déduit, comme on le sait, par les moyens les plus élémentaires, un nombre indéfini d'équations qui ont toutes leurs racines imaginaires ou du moins ne peuvent avoir qu'une racine réelle.

» Il est moins aisé de former des équations ayant un nombre déterminé de racines réelles et un nombre déterminé de racines imaginaires; l'étude des polynômes entiers qui satisfont à une équation différentielle du second ordre fournit néanmoins un grand nombre de solutions de ce problème.

» Pour en donner un exemple, je considérerai l'équation

$$x\frac{d^2y}{dx^2} + (x+1)\frac{dy}{dx} - my = 0,$$

à laquelle satisfait le dénominateur f_m de la $m^{\text{ième}}$ réduite de la transcendante

$$e^x \int_x^\infty \frac{e^{-x}\,dx}{x}.$$

» On a, comme l'on sait ([1]),

$$f_m = x^m + m^2 x^{m-1} + \frac{m^2(m-1)^2}{1.2}x^{m-2} + \ldots + m.1.2.3\ldots mx + 1.2.3\ldots m.$$

et l'équation $f_m = 0$ a toutes ses racines réelles, inégales et négatives. Deux

---

([1]) Voir ma Note *Sur l'intégrale* $\int_x^\infty \frac{e^{-x}\,dx}{x}$ (*Bulletin de la Société mathématique de France*, t. VII, p. 72).

polynômes f_m et f_n, où m et n désignent deux nombres entiers différents (je supposerai $m > n$), ne peuvent, d'ailleurs, avoir de racine commune.

» Cela posé, des deux identités

$$xf''_m + (x+1)f_m = mf''_m$$

et

$$xf'_n + (x+1)f'_n = nf_n$$

on déduit aisément l'égalité suivante

$$xV' + (x+1)V = (m-n)f_m f_n,$$

où j'ai posé, pour abréger l'écriture,

$$V = f_n f'_m - f_m f'_n.$$

» L'équation $V = 0$ a, du reste, toutes ses racines inégales; car, si un nombre α annulait à la fois V et sa dérivée, il annulerait évidemment un des polynômes f_m et f_n sans annuler l'autre; en supposant qu'il annule f_m, il devrait annuler également f'_m, ce qui est impossible puisque l'équation $f'_m = 0$ a toutes ses racines inégales.

» De la relation précédente on déduit

$$x\frac{V'}{V} = (m-n)\frac{f_m f_n}{f_n f'_m - f_m f'_n} - x - 1.$$

» En désignant, avec Cauchy, par la lettre I l'indice d'une fonction et par ε une quantité positive très petite, j'en tire l'identité

$$\mathop{\mathrm{I}}_{-\infty}^{-\varepsilon} \frac{xV'}{V} = \mathop{\mathrm{I}}_{-\infty}^{-\varepsilon} \left[(m-n)\frac{f_m f_n}{f_n f'_m - f_m f'_n} - (x+1)\right],$$

où le premier membre est, au signe près, le nombre des racines négatives de l'équation $V = 0$, puisque le facteur x demeure négatif dans l'intervalle considéré. Dans le second membre, on peut négliger le terme $-(x+1)$, qui ne devient jamais infini pour aucune valeur finie de la variable, ainsi que le facteur positif $(m-n)$.

» On a d'ailleurs, d'après une proposition fondamentale due à Cauchy,

$$\mathop{\mathrm{I}}_{-\infty}^{-\varepsilon} \frac{f_m f_n}{f_n f'_m - f_m f'_n} = 1 - \mathop{\mathrm{I}}_{-\infty}^{-\varepsilon} \frac{f_n f'_m - f_m f'_n}{f_m f_n};$$

il suffit, pour le voir, de remarquer que le rapport

$$\frac{f_n f'_m - f_m f'_n}{f_m f_n} = \frac{(m-n)x^{m+n-1} + \ldots + (m-n).1.2.3\ldots m.1.2.3\ldots n}{x^{m+n} + \ldots + 1.2.3\ldots m.1.2.3\ldots n}$$

est négatif pour $x = -\infty$ et positif pour $x = -\varepsilon$.

» Les polynômes f_m et f_n étant premiers entre eux, on a

$$\mathrm{I}_{-\infty}^{-\varepsilon} \frac{f_n f'_m - f_m f'_n}{f_m f_n} = \mathrm{I}_{-\infty}^{-\varepsilon} \frac{f'_m}{f_m} - \mathrm{I}_{-\infty}^{-\varepsilon} \frac{f'_n}{f_n} = m - n,$$

d'où

$$\rho = m - n - 1.$$

» En désignant de même par θ le nombre des racines positives de l'équation $V = 0$, on a

$$\theta = \mathrm{I}_{+\varepsilon}^{+\infty} \frac{xV'}{V} = \mathrm{I}_{+\varepsilon}^{+\infty} \frac{f_m f_n}{f_n f'_m - f_m f'_n};$$

ce nombre se réduit à

$$\mathrm{I}_{+\varepsilon}^{+\infty} \frac{f_n f'_m - f_m f'_n}{f_m f_n},$$

puisque le rapport $\frac{f_n f'_m - f_m f'_n}{f_m f_n}$ conserve le même signe quand x varie depuis $+\varepsilon$ jusqu'à $+\infty$. Il est, du reste, égal à zéro, puisque l'équation $f_m f_n = 0$ n'a pas de racine positive.

» On en conclut que l'équation $V = 0$ n'a pas de racines réelles positives, et, comme elle a seulement $m - n - 1$ racines réelles négatives, elle a $2n$ racines imaginaires. »

PHYSIQUE. — *Sur la photographie de la portion infra-rouge du spectre solaire.* Note de M. **Abney**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. A. Cornu.)

« Je prends la liberté de vous demander de présenter à l'Académie la copie photographique d'une Carte de la portion du spectre solaire moins réfrangible que la raie A; cette Carte a été construite d'après des photographies obtenues au moyen d'un réseau réfléchissant, d'environ 1 pouce et demi d'ouverture et contenant dix-sept mille deux cents raies par pouce; les photographies ont été obtenues sur un composé d'argent que j'ai préparé spécialement. Une description complète du procédé sera publiée par

la Société royale. Ce composé paraît sensible à toutes les radiations, car récemment je pense avoir photographié jusqu'à une distance très grande dans la partie la moins réfrangible du spectre prismatique.

» Les longueurs d'onde sont approximativement exactes; elles ont été relevées en couvrant la moitié de la fente et exposant la couche sensible à l'extrémité rouge du spectre du premier ordre. Un milieu absorbant convenable enlevait l'extrémité bleue du spectre du deuxième ordre; la seconde moitié de la fente était alors ouverte et la première couverte. Le spectre était photographié jusqu'à son extrémité la moins réfrangible. De cette manière, les deux spectres sont superposés et les longueurs d'onde s'obtiennent aisément sans grande erreur possible. Il est très facile de photographier des spectres d'émission. Je m'occupe en ce moment de cette étude.

» Je ferai remarquer que la photographie du spectre prismatique s'accorde avec les observations thermiques de Lamansky et peut-être aussi avec celles de sir J. Herschel.

» .... Depuis la construction de cette Carte, j'ai obtenu des épreuves photographiques du spectre solaire et des spectres de lumières artificielles qui s'étendent notablement plus loin et qui dépassent la longueur d'onde 19400. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la densité du chlore à de hautes températures.* Note de M. **J.-M. Crafts**, présentée par M. Friedel. (Extrait.)

« Au mois d'octobre de l'année 1878, M. Victor Meyer a décrit une nouvelle forme d'appareils pour la détermination de la densité des vapeurs, et dans une série de Notes qu'il a publiées dans le *Bulletin de la Société chimique de Berlin,* pour la plupart en commun avec M. C. Meyer, se trouvent de nombreuses déterminations faites à des températures très variées. Le procédé se recommande par une grande simplicité et rapidité de manipulation, tout en conservant une exactitude suffisante. Il a déjà été employé dans beaucoup de laboratoires, et l'on peut espérer qu'il rendra aux chimistes des services aussi importants que les deux autres méthodes classiques; mais la facilité avec laquelle MM. Meyer ont su résoudre un grand nombre de problèmes intéressants à l'aide de cette méthode est le meilleur témoignage en sa faveur. Dans cette série de travaux remarquables, la Note (1)

(1) *Berichte der chemischen Gesellschaft*, t. XII, p. 1426, juillet 1879.

sur la densité du chlore à une haute température a éveillé un intérêt tout spécial et a donné lieu à des développements théoriques de M. Brodie, à une Note de M. Lieben, proposant des hypothèses différant de celles de MM. Meyer, et à quelques critiques sur des détails expérimentaux auxquelles M. V. Meyer a répondu. J'ai cru pouvoir, dans ces circonstances, sans trop empiéter sur le terrain de M. Meyer, répéter une partie de ses expériences, en les modifiant de manière à aborder le sujet d'un côté un peu différent.

» On peut décrire en peu de mots le procédé général de M. Meyer et les modifications en question.

» Il prend un vase cylindrique à longue tige, en verre, en porcelaine ou en platine, qui est rempli d'air et chauffé à une température devant rester constante, au moins pendant les quelques minutes que dure l'expérience. On y introduit une quantité pesée d'une substance qui se transforme en vapeur ou qui se décompose en donnant un gaz, et la vapeur ou le gaz chasse une quantité équivalente d'air. On mesure l'air, et, pour avoir la densité, on compare son poids avec celui de la substance employée. Pour les températures inférieures au rouge sombre, un bain de métal ou une substance en ébullition suffit pour maintenir une température constante; quand il s'agit d'employer une plus forte chaleur, MM. Meyer chauffent un cylindre en porcelaine directement dans la flamme du fourneau à double paroi de M. Perrot, et le mérite capital de leur procédé consiste dans le petit espace de temps (deux à quatre minutes) qu'il faut pour achever une expérience, parce qu'on peut admettre que pendant ce temps la température de l'air chassé est la même que celle de la substance en vapeur. Toutes les expériences que j'ai faites à diverses températures me permettent de confirmer cette donnée. Mais je crois que la méthode calorimétrique [1] employée par ces auteurs est sujette à la critique.

(M. Crafts indique ici les objections qui peuvent être faites à cette méthode et montre que les évaluations de température qui en sont déduites sont trop élevées).

» La modification apportée à l'appareil de M. Meyer consiste à faire communiquer le cylindre en porcelaine avec deux tubes en U, calibrés et divisés en dixièmes de centimètre cube. A une branche des tubes est ajusté un vase mobile pour faire varier la pression; l'autre branche se termine en haut par un réservoir pouvant contenir environ 9^{cc} et communiquant

---

[1] *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XII, p. 1115, 1196, 1284, 1427.

par un tube capillaire avec le cylindre. L'un des tubes verse son gaz à travers un tube de petites dimensions, en platine ou en argile, jusqu'au bas du cylindre en porcelaine; le gaz qui sort de celui-ci à sa partie supérieure pénètre dans le second tube en U pour être mesuré. On remplit les tubes avec le mercure, l'eau ou l'acide sulfurique concentré, suivant les circonstances.

» On peut facilement s'assurer, par des expériences faites à la température ordinaire, qu'on peut arriver à des résultats exacts à $0^{cc},02$ près quand on introduit dans le cylindre un volume d'un gaz mesuré dans un des tubes et qu'on mesure dans le second tube le volume d'un autre gaz déplacé. Quand il s'agit du chlore, il faut employer l'acide sulfurique et empêcher un contact prolongé avec les joints, qui sont en caoutchouc noir contenant très peu de soufre. Dans ces conditions le chlore attaque peu le caoutchouc, et l'absorption qui se produit est si lente, que les mesures restent suffisamment exactes. On chauffe le cylindre à une température quelconque, et l'on répète l'expérience en ayant soin d'entourer les deux tubes mesureurs avec de l'eau à une température constante.

» Deux expériences conduites de cette manière ont donné pour résultat que 10^{cc} de chlore pur et sec occupent, à la plus forte chaleur du fourneau, les mêmes volumes que $10^{cc},37$ et $10^{cc},24$ d'air à la même température. On a observé une diminution progressive du volume, qui, six minutes après la première observation, était de $0^{cc},04$ dans la première expérience et de $0^{cc},05$ dans la seconde. Un tuyau de pipe bien calciné a servi à introduire le chlore dans la partie inférieure du cylindre, et l'on pourrait objecter qu'une absorption physique ou une combinaison chimique du chlore avait eu lieu pour augmenter la densité apparente. Cette dernière objection tombe devant les résultats de deux autres expériences, où l'on a rempli le cylindre, chauffé très fortement, avec du chlore sec et mesuré le volume de ce chlore déplacé par 10^{cc} d'air. On a trouvé $9^{cc},98$ et 10^{cc} de chlore. La densité du chlore admise par MM. Meyer demande dans la première série 15^{cc} et dans la seconde $6^{cc},6$. Je me propose de soumettre à un contrôle expérimental la supposition peu probable que l'argile à cette température absorbe presque instantanément quatre ou cinq fois son volume de chlore, pour l'abandonner avec une même rapidité en contact avec l'air : c'est la seule hypothèse qui semblerait mettre ces observations d'accord avec celles de MM. Meyer. Deux autres expériences, où l'on a employé un tube épais et de petit diamètre en platine, ont donné $10^{cc},43$ et $10^{cc},30$ d'air déplacés par 10^{cc} de chlore, et une expérience précédente a

donné seulement $9^{cc},41$ d'air, parce qu'une partie du chlore était absorbée pour former une couche de chlorure de platine dans le tube; du reste, dans ce cas on observe une absorption plus marquée qui, cinq ou six minutes après la lecture, s'élève à $0^{cc},8$ ou $0^{cc},9$, et le tube est fortement attaqué sur une longueur de $0^{m},02$.

» Du brome qui avait à 445° la densité de 5,24 (théorie, 5,57) a donné, à la même température que le chlore, les densités de 4,39 et 4,48.

» La substance était pesée dans des tubes capillaires en verre, scellés à la lampe, qui éclataient après avoir été introduits dans le cylindre chauffé.

» De l'iode qui avait à 445° la densité 8,657 (théorie, 8,795) a donné, à la température ci-dessus, la densité 6,01 et 5,93.

» L'iode était pesé dans un cylindre en platine avec bouchon du même métal, pesant $2^{gr},5$.

» Ainsi, la seule expérience de MM. Meyer que j'aie répétée dans les mêmes conditions a donné un résultat analogue, et je suis d'accord avec eux pour admettre qu'à la plus haute température du fourneau Perrot, avec un très fort tirage, l'iode diminue de densité pour augmenter de volume dans la proportion d'environ 1 à 1,5, comparé avec l'air. La proportion pour le brome est environ de 1 à 1,2, et pour le chlore je n'ai pu trouver par la méthode employée une augmentation de volume de plus de quelques centièmes, au lieu de 50 pour 100 admis par MM. Meyer.

» Les déterminations avec l'iode et le brome du commerce ne sont que préliminaires, et je désire contrôler plus exactement la pureté de ces substances avant de présenter quelques déductions théoriques; il faut aussi réserver pour une prochaine Communication les détails d'expériences faites avec d'autres gaz permanents. »

PHYSIOLOGIE. — *De quelques faits relatifs à la sécrétion urinaire.* Note de MM. **Ch. Richet** et **R. Moutard-Martin**, présentée par M. Vulpian.

« I. D'autres substances que les sucres et la gomme agissent sur la sécrétion urinaire. Ainsi, en injectant dans les veines d'un chien une petite quantité de chlorure de sodium (3^{gr} dissous dans 12^{gr} d'eau, soit 0,2 de sel par kilogramme de l'animal), nous avons vu presque aussitôt apparaître de la polyurie. L'écoulement d'urine, qui était de trois gouttes par minute, s'éleva cinq minutes après l'injection à vingt-quatre gouttes par minute, sans que cependant la pression (mesurée dans l'artère carotide) ait varié notablement.

» Si, au lieu d'injecter le chlorure de sodium en solution concentrée, on l'injecte en solution diluée, le résultat paraît être à peu près le même. Ainsi, un chien ayant reçu dans les veines 4^{gr} de chlorure de sodium dissous dans 1000^{gr} d'eau (soit 0,5 de sel par kilogramme de l'animal), la sécrétion a été beaucoup plus abondante qu'auparavant : elle était d'abord de $0^{cc},28$ par minute; une demi-heure après l'injection de cette solution salée très étendue, elle s'est élevée à $1^{cc},45$ par minute.

» II. Il est certain que cette polyurie ne peut être attribuée à l'eau injectée avec le sel, attendu que l'introduction d'eau distillée dans le système veineux, loin d'augmenter la sécrétion urinaire, la diminue et peut même l'arrêter complètement.

» Plusieurs de nos expériences montrent bien cette action de l'eau pure. Dans un cas, la polyurie ayant été établie par une petite quantité de sucre, l'injection de 210^{gr} d'eau distillée tiède (soit 9^{gr} par kilogramme) a ralenti immédiatement la sécrétion, qui est tombée de $8^{cc},4$ par minute à $0^{cc},2$, sans que cependant les battements du cœur aient diminué de force ou de fréquence. Dans une autre expérience, l'écoulement normal de l'urine, qui était par minute de $1^{cc},5$ (polyurie relative due à l'élimination du curare), tomba, après l'injection de 200^{gr} d'eau distillée (soit 9^{gr} par kilogramme), à $0^{cc},08$ pendant les trois heures suivantes. La polyurie put être provoquée ensuite par l'injection de sucre. Si la quantité d'eau injectée est plus considérable, non seulement il y a arrêt de la sécrétion urinaire, mais encore impossibilité de la rétablir. Ainsi, dans une troisième expérience, un chien ayant reçu 1000^{gr} d'eau distillée dans les veines (soit 143^{gr} par kilogramme), il n'y eut plus après l'injection aucun écoulement d'urine. Même au bout de deux heures, ni l'injection de glycérine, ni l'injection de sucre, ne purent ramener la fonction rénale. Cependant la pression artérielle était un peu plus élevée qu'avant l'expérience.

» Après l'injection d'eau, l'urine devient toujours sanguinolente et partant albumineuse. Dans une quatrième expérience, la polyurie ayant été provoquée par une petite quantité de sucre, et l'urine s'écoulant limpide et incolore, l'injection de 50^{gr} d'eau (soit 6^{gr} par kilogramme) a diminué l'écoulement d'urine, qui est devenue aussitôt très sanguinolente.

» III. Nous avons expérimenté avec d'autres substances qui passent dans les urines et augmentent la sécrétion rénale, à savoir la glycérine, le phosphate de soude, l'urée, etc. Si l'on injecte de l'urine dans les veines, c'est-à-dire une solution diluée d'urée et de sels, la polyurie est très marquée. Il est facile avec certaines substances (le phosphate de soude, le sucre de

canne, la glycose, l'iodure de sodium, le ferrocyanure de potassium) de constater d'une manière très nette que la polyurie coïncide exactement avec l'élimination de la substance qui la provoque.

» Il est donc très probable que la diurèse est due au passage du diurétique. L'élimination de la substance entraîne l'élimination d'eau. Quant à l'eau elle-même, lorsqu'elle est injectée pure dans le système veineux, elle ne peut être éliminée que si elle contient des sels.

» IV. Ainsi nous pouvons conclure de nos diverses expériences :

» 1° L'eau distillée, injectée dans les veines, loin d'être diurétique, arrête la sécrétion ordinaire, même à la dose de 10^{gr} par kilogramme de l'animal. A dose plus faible (à 5^{gr} par kilogramme), elle diminue la sécrétion sans l'arrêter. A dose plus forte, l'arrêt est définitif, et la fonction du rein ne peut plus être rétablie.

» 2° Toutes les substances qui accidentellement ou normalement passent dans l'urine sont diurétiques, dès qu'elles se trouvent dans le sang en quantité supérieure aux proportions normales. En effet, leur élimination entraîne l'élimination d'une certaine quantité d'eau.

» 3° Le début de la diurèse coïncide exactement avec le début de l'élimination.

» 4° Que ces substances soient injectées concentrées ou diluées, le résultat est à peu près le même au point de vue de l'excrétion urinaire, car la polyurie paraît due uniquement à l'élimination des sels injectés.

» 5° Au point de vue thérapeutique, on peut prévoir que les médicaments diurétiques doivent être surtout recherchés parmi les substances qui se trouvent normalement dans l'urine (comme l'urée, les chlorures, les phosphates, etc.) ou les substances qui passent facilement dans l'urine (comme le sucre) (1). »

MÉDECINE. — *Sur les lésions du rein et de la vessie dans l'empoisonnement rapide par la cantharidine.* Note de M. V. CORNIL, présentée par M. Ch. Robin.

« M. Bouillaud a montré que les cantharides causaient une véritable pyélo-néphrite albumineuse, ce qui fut confirmé par les recherches de Morel-Lavallée et Gubler. M. Thadäus-Brovicz (*Centralblatt*, 1er mars 1879)

(1) Travail du laboratoire de M. le professeur Vulpian, à la Faculté de Médecine.

a trouvé un épanchement d'une substance grenue (paraglobuline) dans la capsule des glomérules et les lésions de la néphrite interstitielle.

» J'ai soumis des lapins à l'empoisonnement rapide par la cantharidine pour étudier les phénomènes intimes de cette néphrite. Par l'injection sous-cutanée de $0^{gr},01$ de cantharidine en solution dans l'éther acétique, on tue un lapin dans un temps qui varie entre vingt minutes et trois ou quatre heures. Sur un de ces animaux, mort en vingt minutes, l'urine contenait déjà de l'albumine et des flocons fibrineux. Dans ce fait, les cellules qui tapissent la surface interne de la capsule des glomérules étaient un peu tuméfiées, ainsi que leurs noyaux. Entre cette capsule et le bouquet glomérulaire il existait souvent, mais non dans tous les glomérules, des globules blancs renfermant pour la plupart des granulations hématiques très fines. Les cellules des tubes contournés présentaient ces mêmes granulations dans leur intérieur. Les cellules des tubes droits et collecteurs étaient normales.

» Le rein d'un lapin sacrifié quarante minutes après l'injection montrait, dans la capsule du glomérule, entre le bouquet vasculaire et la capsule, une quantité de leucocytes gonflés, remplis de granulations jaunâtres, au milieu desquelles apparaissait leur noyau rond, après la coloration au carmin. Ces éléments formaient une zone épaisse tout autour des anses glomérulaires, excepté au point où les vaisseaux efférents et afférents percent la capsule. Les cellules plates de la paroi interne de la capsule étaient partout en place, mais tuméfiées. La cavité des cellules des tubes contournés est remplie de granules hématiques. Dans la lumière de ces tubes on trouve quelques leucocytes et quelques globules rouges. Il en est de même dans les tubes droits et collecteurs, dont les cellules sont normales.

» Les reins des lapins sacrifiés ou morts une, deux, trois ou quatre heures après l'injection du poison offrent constamment les mêmes lésions : congestion intense, distension des vaisseaux, rougeur sanguinolente de la pyramide. Dans les glomérules, le bouquet vasculaire est séparé de la capsule par une zone plus ou moins épaisse de liquide tenant en suspension des globules blancs et des granulations jaunâtres. La membrane capsulaire présente tantôt ses cellules endothéliales gonflées, contenant ces mêmes granulations, tantôt seulement des noyaux en assez grand nombre qui sont appliqués sur elle, le corps cellulaire étant en quelque sorte liquéfié et détruit.

» Les cellules des tubes contournés sont remplies de granulations jaunes et de liquide.

» Après une heure et demie ou deux heures d'intoxication, l'épithélium des tubes droits et des larges tubes collecteurs de la papille est complètement modifié. Au lieu d'une seule couche de cellules cylindriques qui augmentent de longueur à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité de la papille, où elles sont très longues et minces, on trouve partout des cellules irrégulièrement polyédriques qui remplissent presque complètement ces tubes. Ces cellules, pavimenteuses par compression réciproque, irrégulières, indifférentes comme forme, possèdent un protoplasma un peu granuleux qui contient souvent des globules rouges pâlis, petits ou fragmentés en granulations hématiques. Elles sont assez volumineuses et leur noyau est arrondi, tandis que le noyau des cellules normales est ovoïde. Quelques-unes sont libres au centre du tube qu'elles remplissent. Assez souvent on trouve des cellules qui possèdent deux noyaux.

» Dans ces tubes droits et collecteurs on peut voir, le long de leur paroi et appliquées contre elle, des cellules qui ont la forme d'un coin, qui sont situées entre les cellules pavimenteuses, qui s'aplatissent par leur base contre la paroi et qui s'interposent entre deux cellules par leur extrémité. Elles possèdent un petit noyau rond et elles se colorent fortement par le carmin. Entre les cellules pavimenteuses, des cellules de même nature, également petites et fortement colorées au carmin, prennent une forme étoilée. Celles-ci présentent des crêtes d'empreinte, des arêtes et des faces concaves lamellaires moulées sur les surfaces convexes des cellules voisines. Je considère ces cellules comme des cellules migratrices interposées aux cellules polyédriques, beaucoup plus volumineuses.

» En résumé, la cantharidine, dont l'action se manifeste en même temps sur d'autres organes, détermine d'abord dans le rein, presque aussitôt après son introduction sous la peau, une sortie des globules blancs et des globules rouges des vaisseaux glomérulaires, une imprégnation et un gonflement des cellules de la capsule des glomérules et des tubes contournés par un liquide contenant des granulations hématiques ; peu de temps après, se manifeste une inflammation des tubes droits et collecteurs, caractérisée par une modification de la forme de leurs cellules et par la migration de leucocytes. La modification de forme des cellules qui offrent à l'état normal une configuration fixe et qui, sous l'influence de l'inflammation, deviennent indifférentes ou irrégulièrement polyédriques est un fait à peu près constant dans tous les organes.

» La vessie, après la première émission d'une quantité notable d'urine, qui a lieu quinze ou vingt minutes après l'empoisonnement, revient sur elle-même et reste contractée. Sa surface est rouge; elle renferme quelques gouttes d'une urine trouble, où l'on trouve des leucocytes et de très grandes cellules sphériques ou allongées et plates. Une heure après l'intoxication, ces grosses cellules, qui contiennent de deux à huit ou dix noyaux ronds, sont les unes libres dans l'urine, les autres encore adhérentes à la surface de la muqueuse et en train de se détacher. Les cellules allongées sont irrégulières à leurs bords; elles offrent des prolongements à angles mousses. Leur protoplasma, granuleux, solide, homogène, se colore en jaune par le picrocarmin, tandis que les noyaux deviennent rouges. On voit assez souvent un noyau en voie de division ou des noyaux plus petits que les autres situés à côté d'un noyau plus gros. »

TÉRATOLOGIE. — *Recherches sur le mode de formation des monstres otocéphaliens.* Note de M. C. **Dareste.**

« J'ai montré, dans mon Livre sur la *Tératogénie expérimentale,* que, dans le groupe des monstres simples autosites, les genres ou types tératologiques appartenant à une même famille proviennent d'un même fait initial, d'une même modification de l'évolution embryonnaire. Toutefois, je n'avais pu déterminer alors le fait initial qui produit les monstres otocéphaliens : j'en avais conclu que cette famille n'était pas naturelle et qu'elle devait être rayée de la classification tératologique. De nouvelles recherches m'ont conduit à rectifier ma première opinion, et par conséquent à constater une fois de plus la merveilleuse exactitude de l'œuvre d'Is. Geoffroy Saint-Hilaire.

» Les monstres otocéphaliens sont caractérisés par le rapprochement ou l'union médiane des oreilles dans la région inférieure de la face qui est plus ou moins imparfaite.

» Huschke, dans son célèbre Mémoire sur le développement de l'œil, explique la formation de l'otocéphalie par un arrêt de développement des deux premières fentes branchiales. Ces fentes se produisent de dedans en dehors; puis elles s'oblitèrent de la même façon, de dedans en dehors, mais restent ouvertes à leur extrémité extérieure qui devient le point de départ de la trompe d'Eustache, de la caisse et du conduit auditif externe. Lorsque ces fentes s'arrêtent dans leur développement, leurs extrémités

extérieures, qui doivent former les oreilles moyennes, sont beaucoup plus rapprochées que dans l'état normal. Les oreilles moyennes sont ainsi juxtaposées, et parfois même plus ou moins fondues ensemble. Ce rapprochement des oreilles moyennes détermine, à son tour, le rapprochement des oreilles externes.

» Des recherches récentes m'ont appris que cet arrêt de développement des deux premières fentes branchiales n'est lui-même qu'un fait consécutif et qu'il est déterminé par un arrêt de développement de cette partie du tube médullaire qui deviendra la moelle allongée.

» Dans l'évolution normale, la moelle allongée, de même que les autres régions de l'encéphale, résulte de l'évasement d'une certaine partie du sillon médullaire, évasement qui se transforme en une vésicule close par le repli et l'union de ses bords. Cette vésicule présente alors des parois latérales et inférieures blanches et opaques, une paroi supérieure transparente. Dans l'otocéphalie, la région du sillon médullaire qui correspond à la moelle allongée se ferme sans s'évaser. Elle se présente alors, comme la moelle épinière, qu'elle continue en avant, sous la forme d'un tube fermé et ayant, comme elle, l'aspect de deux cordons blancs juxtaposés et non séparés par une membrane transparente.

» Il résulte de ce développement incomplet de la moelle allongée que les fossettes auditives, qui se produisent contre ses parois, sont alors beaucoup plus rapprochées que dans l'état normal. Le rapprochement de ces fossettes, qui deviennent les vésicules auditives, puis les oreilles internes, entraîne l'arrêt de développement des deux premières fentes branchiales signalé par Huschke, et par conséquent le rapprochement et parfois aussi l'union des parties qui constituent les oreilles moyennes et externes.

» Voilà donc le fait initial de l'otocéphalie : fermeture précoce de la partie du tube médullaire qui correspond à la moelle allongée, et, par suite, rapprochement des fossettes auditives.

» Voyons maintenant comment se produisent les différents types de la famille des monstres otocéphaliens.

» La fermeture précoce de la partie du sillon médullaire qui deviendra la moelle allongée peut être limitée à cette partie du sillon. Dans ce cas, qui ne se produit que très rarement, les vésicules antérieures de l'encéphale se développent d'une manière normale. Tel est le type de la *sphénocéphalie*, dans lequel l'union des oreilles coexiste avec l'existence de deux yeux distincts et dans leur position ordinaire.

» Dans d'autres cas, et ce sont les plus nombreux, la fermeture précoce

de la partie du sillon médullaire qui correspond à la moelle allongée s'accompagne de la fermeture plus ou moins précoce de l'extrémité antérieure du sillon, celle qui correspond à la vésicule des lobes optiques et à la vésicule antérieure. J'ai montré, dans un travail précédent, comment la fermeture très précoce de ces deux vésicules détermine le type de la *triocéphalie*, dans lequel l'otocéphalie se complique de l'absence des yeux, et commence la fermeture un peu moins précoce de ces vésicules, mais plus précoce cependant que dans l'évolution normale, détermine l'union des yeux ou la cyclopie, qui, bien que pouvant se produire indépendamment de l'otocéphalie, l'accompagne dans bien des cas.

» Les otocéphales cyclopes se rattachent à plusieurs types distincts, comme les cyclopes proprement dits, types caractérisés par certaines modifications de l'appareil olfactif et par certaines modifications de la bouche et des mâchoires. Ainsi l'appareil olfactif, complètement séparé, chez tous les cyclopes, de la cavité buccale, se développe parfois sous la forme d'une trompe, tandis que dans d'autres cas il reste rudimentaire. De même, la bouche peut manquer et les mâchoires restent rudimentaires. La combinaison de ces différents caractères produit les types désignés par Is. Geoffroy Saint-Hilaire sous les noms d'*otocéphalie* proprement dite, d'*édocéphalie* et d'*opocéphalie*. Comme ces types ne présentent pas toutes les combinaisons possibles de caractères, il est probable que de nouveaux types, actuellement inconnus, viendront prendre place à côté des précédents.

» Je ferai remarquer, en terminant ce Mémoire, que les monstruosités qui affectent la région céphalique, à l'exception des *exencéphalies*, dépendent toutes de la fermeture tardive ou précoce, totale ou partielle, du sillon médullaire. L'*otocéphalie* et la *cyclopie* résultent de la fermeture précoce; l'*anencéphalie* et la *pseudencéphalie* résultent de la fermeture tardive. On s'explique ainsi comment l'otocéphalie et la cyclopie d'une part, l'anencéphalie et la pseudencéphalie de l'autre sont généralement incompatibles et ne s'accompagnent pas sur le même sujet. On peut concevoir toutefois l'existence de cas dans lesquels la fermeture du sillon médullaire, précoce dans certaines régions, serait tardive dans d'autres. On a cité le fait d'un embryon atteint à la fois de cyclopie et d'hydrorachis : c'est, d'ailleurs, le seul de ce genre dont j'aie connaissance. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la structure, le développement et la signification pathologique du tubercule.* Note de MM. **Kiener** et **Poulet**, présentée par M. Larrey.

« Des recherches sur la structure et le développement du tubercule chez l'homme et chez les animaux inoculés nous ont amenés aux résultats suivants [1] :

» A. Structure du tubercule dans les tissus de substance conjonctive (séreuses, néomembranes pleurales et péritonéales, pie-mère, synoviales articulaires, périoste, moelle des os, ganglions lymphatiques). Le tubercule dans ces tissus est tantôt simple, tantôt congloméré, tantôt infiltré; il répond à deux types de structure : cellulaire ou fibreux.

» I. *Tubercule cellulaire.* — 1° *Forme simple.* Sous sa forme la plus simple, le tubercule, invisible ou à peine visible à l'œil nu, est formé par un renflement sphérique ou fusiforme d'un vaisseau sanguin, plus rarement d'un vaisseau lymphatique, et par l'agglomération autour de ce renflement d'un certain nombre de cellules.

» S'il s'agit d'un vaisseau capillaire à une seule tunique, le renflement vasculaire est constitué par l'hypertrophie et l'hyperplasie des cellules endothéliales d'une portion limitée du vaisseau. Ces cellules, subissant une dégénération vitreuse, se fusionnent en un cylindre plein, dont la coupe transversale donne l'apparence d'une *cellule géante* à couronne marginale de noyaux (capillaire vitreux). Autour de ce renflement se groupent un certain nombre de cellules migratrices et quelques cellules fixes du tissu conjonctif, elles-mêmes hyperplasiées; ces derniers éléments forment parfois autour du vaisseau un périthélium complet, mais à éléments discontinus.

» S'il s'agit d'un vaisseau capillaire à deux ou à trois tuniques, le renflement vasculaire est produit: 1° par une prolifération active des cellules endothéliales qui se disposent à la manière d'un épithélium stratifié, et dont les plus intérieures se fusionnent en une masse vitreuse, très irrégulière de forme, qui doit également être considérée comme une variété de

---

[1] Ces résultats ont déjà été consignés partiellement dans une Note sur la périostite tuberculeuse, publiée dans la *Gazette hebdomadaire de Médecine et de Chirurgie* (28 novembre 1879, n° 48, p. 758).

cellule géante; 2° par la formation d'un tissu conjonctif embryonnaire aux dépens de la tunique externe du vaisseau. Le vaisseau est ainsi transformé en un cordon plein, dont la section transversale donne l'image connue sous le nom de *Follicule tuberculeux*.

» 2° *Forme conglomérée*. — Le tubercule congloméré, dont le volume atteint et dépasse celui d'un grain de mil, est formé par l'intrication plexiforme de vaisseaux capillaires ayant subi les altérations décrites plus haut. La dissociation d'un pareil nodule met en évidence des cordons résistants, plus ou moins cassants, bosselés, ramifiés, constitués par une paroi fibreuse et par un contenu opaque et jaunâtre. La coupe faite au rasoir montre une agglomération de follicules arrondis ou allongés, à contenu épithélioïde, réunis entre eux par un tissu conjonctif fibrillaire, dans lequel sont disséminés des capillaires vitreux.

» 3° *Forme infiltrée*. Le tubercule infiltré est constitué par un tissu de granulation pourvu d'un riche réseau de capillaires sanguins, dont la plupart ont un endothélium à couches multiples et dont quelques-uns sont transformés en cylindres vitreux ou en cordons folliculaires.

» II. *Tubercule fibreux*. — Une série de formes intermédiaires établissent la transition entre le tubercule cellulaire et le tubercule fibreux, et permettent de rattacher ces divers produits à un processus unique, dans lequel l'altération typique des vaisseaux sanguins, anciens ou de nouvelle formation, est le phénomène capital. A mesure que la marche du tubercule devient plus chronique, la néoplasie fibreuse se substitue à la néoplasie embryonnaire; la tendance à la formation des formes cellulaires géantes est de moins en moins prononcée; la périartérite prédomine sur l'endartérite, et, dans la lumière même du vaisseau, le rétrécissement et l'obstruction sont dus à l'épaississement fibreux de la tunique interne plutôt qu'à la prolifération endothéliale.

» B. STRUCTURE DU TUBERCULE DANS LES ORGANES GLANDULAIRES. — Dans les glandes, le tissu interstitiel peut être seul en cause et donner naissance à des tubercules dont la structure est analogue à celle des tubercules du tissu conjonctif. Mais, dans d'autres cas, l'élément glandulaire participe à la formation du tubercule. C'est ainsi que le tube séminifère dans le testicule, la bronchiole dans le poumon, remplis et distendus par des produits de prolifération épithéliale ou par du pus, constituent une sorte de noyau autour duquel le tissu interstitiel, transformé en tissu embryonnaire, présente les images caractéristiques de l'altération vasculaire : capillaires vitreux et follicules.

» C. Développement et marche du tubercule. — Considérée dans son développement, la néoplasie tuberculeuse traverse deux phases successives :

» 1° *Formation nodulaire.* — Les nodules, développés le plus souvent sur le trajet des conduits tubulés : vaisseaux sanguins et lymphatiques, tubes et conduits excréteurs des glandes, sont constitués d'une part par la prolifération des cellules endothéliales ou épithéliales du conduit, d'autre part par la néoformation d'un tissu conjonctif embryonnaire ou fibreux aux dépens de la tunique externe de ce conduit.

» 2° *Phase hypertrophique et dégénérative.* — Les divers éléments anatomiques du tissu embryonnaire nouvellement formé ou les éléments préexistants du tissu normal présentent une tendance à s'hypertrophier, à se fusionner pour former des cellules géantes. Cette tendance hypertrophique se manifeste de préférence et débute habituellement dans les éléments épithéliaux des glandes et dans les éléments endothéliaux des vaisseaux. Elle a pour dernier terme une dégénérescence spéciale, vitreuse, des éléments anatomiques, et pour conséquence l'oblitération des vaisseaux. Celle-ci entraîne à son tour la dégénération graisseuse et l'irrémédiable destruction des tissus.

» D. Signification pathologique du tubercule. — L'altération nodulaire des conduits tubulés des organes et des tissus, ainsi que la marche envahissante de la dégénération, différencie le processus tuberculeux des autres inflammations de cause banale ou de cause spécifique, dans les produits desquelles ont été également rencontrés les cellules géantes et les vaisseaux atteints d'endartérite et de périartérite (1). »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la disposition cratériforme des facules et des granulations solaires.* Note de dom Lamey.

« D'après une Note récente de M. Janssen (2), je me serais mépris complètement en attribuant au phénomène du *réseau photosphérique* l'aspect réticulé observé le 16 novembre 1879; une photographie, prise ce même jour à Meudon, prouve que le phénomène était dû à des facules et non à des granulations.

(1) Travail du laboratoire d'Histologie du Val-de-Grâce.
(2) *Comptes rendus*, séance du 5 janvier dernier.

» Je n'ai point à contredire l'assertion de M. Janssen, du moment qu'il restreint la dénomination de *réseau photosphérique* au seul cas d'un réticule produit par les granulations ; toujours est-il que l'observation en question démontre que les facules peuvent se disposer, elles aussi, en cirques cratériformes, et c'est là le point essentiel. Le P. Secchi avait déjà fait mention d'observations analogues pour les facules (*le Soleil*, t. I, p. 111 et 113) et même pour les granulations (p. 114); on voit qu'il n'avait pas toujours pu établir une distinction bien tranchée entre ces deux phénomènes communs à la photosphère. J'ai sous les yeux une figure synoptique de la structure granulaire du Soleil, telle que M. Huggins la présentait, en mai 1866, à la *Royal astronomical Society* (¹). Elle montre, avec évidence, que la tendance des granulations à former un réseau n'avait pas échappé à l'habile observateur; elle infirme, par conséquent, l'assertion de M. Janssen, que la découverte du réseau ne pouvait être faite que par la photographie. L'œil peut donc voir une partie de ce que les photographies de l'Observatoire de Meudon ont révélé avec de si admirables détails. »

HYDROLOGIE. — *Sur la température des eaux souterraines de Paris pendant le mois de décembre* 1879. Note de M. **Alf. Durand-Claye**.

« Le mois de décembre, si rigoureux, que nous venons de traverser à la fin de 1879, a présenté, au point de vue de la température des eaux souterraines, quelques particularités que nous avons été à même d'observer et que nous croyons devoir être signalées.

» Nous avons fait constater chaque jour la température de l'eau du collecteur de Clichy, qui réunit les quatre cinquièmes des eaux d'égout de Paris; nous l'avons rapprochée des températures de la Seine et de l'air, prises à Clichy. Tandis que la moyenne générale de la température de l'air a été de $-7°,6$ pour le mois et que la Seine s'est tenue presque constamment aux environs de 0°, la température moyenne de l'eau d'égout a été de 6°,1 au-dessus de zéro; elle s'est maintenue, même au moment des plus grands froids, entre 5° et 7°,5. Nous avions signalé cette propriété dès 1868, mais elle n'avait pas encore eu occasion de se manifester dans des circonstances aussi décisives. Elle est due au réchauffement qu'éprouve même l'eau la plus froide en circulant dans des galeries souterraines comme sont les égouts de Paris; la durée moyenne de circulation de l'eau,

(¹) Chambers, *Descriptive Astronomy*; Oxford, 1867, in-8°, p. 26.

entre la chute aux bouches d'égout et la sortie en Seine à Clichy, est de quatre heures environ.

» Le collecteur de rive gauche, qui passe sous le quartier de l'Étoile en souterrain profond, et ne se réunit au collecteur de rive droite qu'à Clichy même, accusait une température supérieure de 1° environ (6° et 7° contre 4° et 5°) à la température du collecteur de rive droite.

» Un autre égout collecteur, qui n'écoule que le cinquième environ des eaux de Paris et sort de l'enceinte à la porte de la Chapelle, pour venir déboucher soit dans la plaine de Gennevilliers, soit en Seine à Saint-Denis, a présenté le même phénomène, mais avec une circonstance particulière. Le tronc principal de cet égout, qui dessert Montmartre et la Chapelle, a conservé une température de 4° à 6°,5, analogue à celle du grand collecteur de Clichy. Mais il reçoit, à la porte de la Chapelle, une branche qui a traversé tout le quartier industriel de la Villette et de la Chapelle; dans cette branche, les eaux de condensation et les eaux industrielles des usines ont maintenu une température qui a varié de 13° à 19°, et à l'aval de la jonction la température de l'égout s'est trouvée maintenue entre 12° et 17°.

» La chaleur relative des eaux d'égout s'est traduite par une influence des plus marquées sur la congélation de la Seine. Sur la moitié droite de son parcours, la Seine n'a jamais été prise entre Clichy et Argenteuil; la moitié gauche était au contraire entièrement prise, et à l'amont du débouché du collecteur, vers le pont du chemin de fer, la glace était assez épaisse sur toute la largeur pour qu'on ait effectué couramment la traversée du fleuve. Cette influence pourrait peut-être trouver, le cas échéant, une application dans la traversée même de Paris, en faisant déboucher pendant quelques jours, le long des quais, les eaux des collecteurs.

» Une autre conséquence de la température élevée des eaux d'égout a été leur emploi agricole, poursuivi même pendant les gelées excessives de décembre. Dans les premiers jours du mois, nous avions pensé que personne ne ferait d'irrigations par des froids aussi intenses et en présence d'une épaisse couche de neige; nous avions donné l'ordre d'arrêter l'usine élévatoire. Mais un certain nombre de cultivateurs de la plaine de Gennevilliers sont venus nous prier de leur monter de l'eau, afin de débarrasser leurs champs de la neige et de leur permettre, par la fusion obtenue à l'aide des eaux d'égout, de récolter divers produits, tels que poireaux, choux, etc. (1).

(1) L'usine a fonctionné seize jours et a élevé un cube total de 322005^{mc}, soit 20125^{mc}

» Une autre série d'observations a été faite sur les eaux de la nappe souterraine d'infiltration qui se trouve sous la plaine de Gennevilliers, à une profondeur variant de 2^m à 4^m. Il a été établi récemment, dans cette nappe, de forts drains de $0^m,45$ de diamètre intérieur. La température des eaux souterraines que débitaient ces drains, prise aux regards situés en divers points de leur parcours, a été trouvée constamment, pendant toute la durée des grands froids de décembre, comprise entre $+11°$ et $+13°$. Ces chiffres se rapprochent de ceux qui ont été indiqués pour la température du sous-sol par divers auteurs, et notamment par MM. Becquerel et Dehérain dans leurs belles expériences du Muséum. Au moment de la débâcle et de la crue de la Seine, nous avons dû suspendre l'écoulement des drains à la rivière, dont le niveau s'était brusquement élevé, et nous avons fermé les vannes disposées *ad hoc* en tête de chacun d'eux. Le mouvement de circulation et d'évacuation des eaux s'est trouvé suspendu; à chacun des regards communiquant avec l'atmosphère, l'eau de la nappe s'est trouvée immobile : la température de cette eau s'est alors abaissée, quoique l'air se fût relativement réchauffé. Le 5 janvier, la température de l'eau aux divers regards était de 3°,8 à 4°,7, la Seine marquant 3°; le 9 janvier, la nappe marquait aux regards 3°,1 à 3°,9, pour une température de 2°,8 en Seine.

» Pendant toute la durée de leur écoulement en Seine, les drains qui débouchaient sur la rive gauche du fleuve produisaient, en petit, dans la masse de glace qui couvrait le fleuve de ce côté, un effet analogue à celui des collecteurs sur la rive droite : sur une longueur de 80^m à 150^m, et sur une largeur de 8^m à 10^m, la Seine était libre de toute glace. Ajoutons enfin que le débit de ces drains avait notablement baissé pendant cette période et était tombé, pour les deux principaux, de 8000^{mc} environ par jour à 1800^{mc} et 3000^{mc}. »

M. A. Gaudin adresse une Note relative aux causes qui ont déterminé la crue anormale de la Seine dans les premiers jours de janvier.

Suivant l'auteur, les méthodes qui servent généralement à prévoir les crues ne sont pas applicables à celles qui résultent d'un dégel survenant après un froid intense et prolongé, surtout quand le sol, devenu imperméable par la gelée, est couvert d'une épaisse couche de neige. Dans de

---

par jour de marche et 10174^{mc} par jour du mois. En moyenne, l'irrigation s'est étendue, par jour de marche, sur $31^{ha},75$, avec un cube de 634^{mc} par hectare.

semblables circonstances, on ne saurait trop se hâter de prendre des précautions, en prévision d'une crue qui peut échapper à toutes les règles applicables dans les conditions ordinaires.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 janvier 1880.

(suite.)

De la prophylaxie de la cécité au point de vue des ophthalmies contagieuses et épidémiques; par le Dr Appia. Lausanne, impr. L. Corbaz, 1879; br. in-8°.

Sull' andamento dell' attività solare dal 1871 *al* 1878. Nota di P. Tacchini. Sans lieu ni date; opuscule in-4° avec deux planches in-folio.

D. Ragona. *Paolo Volpicelli. Cenno biografico.* Modena, Societa tipografica, 1879; in-8°.

On the precession of a viscous spheroid and on the remote history of the Earth; by G. H. Darwin. Sans lieu ni date; in-4°. (From the *Philosophical Transactions of the royal Society.*)

Problems connected with the tides of a viscous spheroid; by G. H. Darwin. Sans lieu ni date; in-4°. (From the *Philosophical Transactions of the royal Society.*)

Zur Geschichte der Theorie der elliptischen Transcendenten in den Jahren 1826-29; *von* L. Koenigsberger. Leipzig, B. G. Trubner, 1879; br. in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

Vorlesungen ueber die Theorie der hyperelliptischen Integrale; von Dr L. Koenigsberger. Leipzig, B. G. Trubner, 1878; in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 FÉVRIER 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques.* Note de M. **Hermite**.

« XXIII. La détermination des constantes ω et λ s'effectue au moyen des deux équations

$$\lambda - C = \frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(a-b)} + \frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn} a} + k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{sn}\omega \operatorname{sn}(a+\omega),$$

$$\lambda + C = \frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(b-a)} + \frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn} b} + k^2 \operatorname{sn} b \operatorname{sn}\omega \operatorname{sn}(b+\omega),$$

que nous avons maintenant à traiter. En les retranchant et après une réduction qui s'offre facilement, elles donnent d'abord

$$k^2 \operatorname{sn}\omega [\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(b+\omega) - \operatorname{sn} a \operatorname{sn}(a+\omega)] - 2\frac{\operatorname{sn} a \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a + \operatorname{sn} b \operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn}^2 a - \operatorname{sn}^2 b} - 2C = 0,$$

et nous démontrerons immédiatement, le premier membre étant une fonction doublement périodique, qu'on n'aura, dans le rectangle des périodes $2K$ et $2iK'$, que deux valeurs pour l'inconnue. En effet, la fonction, qui au premier abord paraît avoir les trois pôles $\omega = iK' - a$, $\omega = iK' - b$, $\omega = iK'$, ne possède en réalité que les deux premiers, le résidu relatif au troisième, qui est un infini simple, étant nul, comme on le vérifie aisément. Ce point établi, nous donnerons, pour éviter des longueurs de calcul, une autre forme à l'équation, en employant l'identité suivante,

$$\begin{aligned}&\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(b+\omega) - \operatorname{sn} a \operatorname{sn}(a+\omega)\\ &\quad = \operatorname{sn}(b-a)\operatorname{sn}(a+b+\omega)[1 - k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{sn} b \operatorname{sn}(a+\omega)\operatorname{sn}(b+\omega)],\end{aligned}$$

à laquelle je m'arrête un moment. Elle est la conséquence immédiate de la relation mémorable obtenue par Jacobi, dans un article intitulé *Formulæ novæ in theoria transcendentium ellipticarum fundamentales* (*Journal de Crelle*, t. XV, p. 201), à savoir

$$\begin{aligned}&E(u) + E(a) + E(b) - E(u+a+b)\\ &\quad = k^2 \operatorname{sn}(u+a)\operatorname{sn}(u+b)\operatorname{sn}(a+b)[1 - k^2 \operatorname{sn} u \operatorname{sn} a \operatorname{sn} b \operatorname{sn}(u+a+b)].\end{aligned}$$

» Qu'on change en effet a en $-a$, puis u en $a+\omega$, on aura

$$\begin{aligned}&E(a+\omega) - E(a) + E(b) - E(b+\omega)\\ &\quad = k^2 \operatorname{sn}\omega \operatorname{sn}(b-a)\operatorname{sn}(a+b+\omega)[1 - k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{sn} b \operatorname{sn}(a+\omega)\operatorname{sn}(b+\omega)]\end{aligned}$$

et il suffit de remarquer que le premier membre, étant la différence des quantités $E(a+\omega) - E(a) - E(\omega)$, $E(b+\omega) - E(b) - E(\omega)$, peut être remplacé par $k^2 \operatorname{sn}\omega[\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(b+\omega) - \operatorname{sn} a \operatorname{sn}(a+\omega)]$.

» On y parvient encore d'une autre manière au moyen de la relation précédemment démontrée,

$$\begin{aligned}G = &\left[\frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(a-b)} + k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{sn}\omega \operatorname{sn}(a+\omega)\right]\\ &\times\left[\frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(b-a)} + k^2 \operatorname{sn} b \operatorname{sn}\omega \operatorname{sn}(b+\omega)\right] = k^2 \operatorname{sn}^2\omega - \frac{1}{\operatorname{sn}^2(a-b)},\end{aligned}$$

car on en tire

$$\begin{aligned}&\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(a+\omega) - \operatorname{sn} a \operatorname{sn}(b+\omega)\\ &\quad = \operatorname{sn}\omega \operatorname{sn}(b-a)[1 - k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{sn} b \operatorname{sn}(a+\omega)\operatorname{sn}(b+\omega)],\end{aligned}$$

ce qui donne la formule proposée en changeant a en $-a$, b en $-b$ et ω en $\omega + a + b$.

» Cela posé, soit $v = \omega + \frac{a+b}{2}$; faisons aussi, pour abréger, $\alpha = \frac{a+b}{2}$, $\beta = \frac{a-b}{2}$; nous trouverons, par cette formule,

$$\begin{aligned}&\operatorname{sn}\omega[\operatorname{sn}b\operatorname{sn}(b+\omega) - \operatorname{sn}a\operatorname{sn}(a+\omega)]\\ &\quad = -\operatorname{sn}2\beta\operatorname{sn}(v+\alpha)\operatorname{sn}(v-\alpha)\\ &\qquad \times[1 - k^2\operatorname{sn}(\alpha+\beta)\operatorname{sn}(\alpha-\beta)\operatorname{sn}(v+\beta)\operatorname{sn}(v-\beta)].\end{aligned}$$

» Or on voit que le second membre devient ainsi une fonction rationnelle de $\operatorname{sn}^2 v$; on peut, en outre, supprimer au numérateur et au dénominateur le facteur $1 - k^2\operatorname{sn}^2 v\operatorname{sn}^2\alpha$, de sorte qu'il se réduit à l'expression

$$-\frac{\operatorname{sn}2\beta(1-k^2\operatorname{sn}^4\beta)(\operatorname{sn}^2 v - \operatorname{sn}^2\alpha)}{(1-k^2\operatorname{sn}^2\alpha\operatorname{sn}^2\beta)(1-k^2\operatorname{sn}^2 v\operatorname{sn}^2\beta)}.$$

» Remarquant encore que l'on a

$$\operatorname{sn}2\beta(1-k^2\operatorname{sn}^4\beta) = 2\operatorname{sn}\beta\operatorname{cn}\beta\operatorname{dn}\beta,$$

nous poserons, pour simplifier l'écriture,

$$L = \frac{1-k^2\operatorname{sn}^2\alpha\operatorname{sn}^2\beta}{k^2\operatorname{sn}\beta\operatorname{cn}\beta\operatorname{dn}\beta}\left(\frac{\operatorname{sn}a\operatorname{cn}a\operatorname{dn}a + \operatorname{sn}b\operatorname{cn}b\operatorname{dn}b}{\operatorname{sn}^2 a - \operatorname{sn}^2 b} + C\right),$$

et l'équation en $\operatorname{sn} v$ sera simplement

$$\frac{\operatorname{sn}^2 v - \operatorname{sn}^2\alpha}{1-k^2\operatorname{sn}^2 v\operatorname{sn}^2\beta} = -L.$$

On en tire

$$\operatorname{sn}^2 v = \frac{\operatorname{sn}^2\alpha - L}{1-k^2\operatorname{sn}^2\beta L},\quad \operatorname{cn}^2 v = \frac{\operatorname{cn}^2\alpha + \operatorname{dn}^2\beta L}{1-k^2\operatorname{sn}^2\beta L},\quad \operatorname{dn}^2 v = \frac{\operatorname{dn}^2\alpha + k^2\operatorname{cn}^2\beta L}{1-k^2\operatorname{sn}^2\beta L},$$

et, si l'on fait

$$\mathfrak{L} = (\operatorname{sn}^2\alpha - L)(\operatorname{cn}^2\alpha + \operatorname{dn}^2\beta L)(\operatorname{dn}^2\alpha + k^2\operatorname{cn}^2\beta L)(1 - k^2\operatorname{sn}^2\beta L),$$

ces valeurs donnent

$$\operatorname{sn}v\operatorname{cn}v\operatorname{dn}v = \frac{\sqrt{\mathfrak{L}}}{(1-k^2\operatorname{sn}^2\beta L)^2}.$$

» Nous ferons usage de cette expression pour le calcul de λ, qui nous reste à déterminer. A cet effet je reprends, pour les ajouter membre à membre, les équations

$$\lambda - C = \frac{\operatorname{sn}b}{\operatorname{sn}a\operatorname{sn}(a-b)} + \frac{\operatorname{cn}a\operatorname{dn}a}{\operatorname{sn}a} + k^2\operatorname{sn}a\operatorname{sn}\omega\operatorname{sn}(a+\omega),$$

$$\lambda + C = \frac{\operatorname{sn}a}{\operatorname{sn}b\operatorname{sn}(b-a)} + \frac{\operatorname{cn}b\operatorname{dn}b}{\operatorname{sn}b} + k^2\operatorname{sn}b\operatorname{sn}\omega\operatorname{sn}(b+\omega),$$

et j'obtiens, comme on le voit facilement,

$$2\lambda = k^2[\operatorname{sn} a \operatorname{sn}\omega \operatorname{sn}(a+\omega) + \operatorname{sn} b \operatorname{sn}\omega \operatorname{sn}(b+\omega)],$$

ou bien encore

$$2\lambda = k^2[\operatorname{sn}(\alpha+\beta)\operatorname{sn}(v-\alpha)\operatorname{sn}(v+\beta) + \operatorname{sn}(\alpha-\beta)\operatorname{sn}(v-\alpha)\operatorname{sn}(v-\beta)].$$

» Maintenant, un calcul sans difficulté donne en premier lieu l'expression

$$\lambda = \frac{\operatorname{sn}\alpha \operatorname{cn}\alpha \operatorname{dn}\alpha(\operatorname{sn}^2 v - \operatorname{sn}^2\beta)}{(1-k^2\operatorname{sn}^2 v \operatorname{sn}^2\alpha)(1-k^2\operatorname{sn}^2\alpha\operatorname{sn}^2\beta)} + \frac{\operatorname{sn} v \operatorname{cn} v \operatorname{dn} v(\operatorname{sn}^2\beta - \operatorname{sn}^2\alpha)}{(1-k^2\operatorname{sn}^2 v\operatorname{sn}^2\alpha)(1-k^2\operatorname{sn}^2 v\operatorname{sn}^2\beta)};$$

on en conclut ensuite la valeur cherchée, à savoir

$$\lambda = \frac{\operatorname{sn}\alpha\operatorname{cn}\alpha\operatorname{dn}\alpha[\operatorname{sn}^2\alpha - \operatorname{sn}^2\beta - (1-k^2\operatorname{sn}^4\beta)L]}{(1-k^2\operatorname{sn}^2\alpha\operatorname{sn}^2\beta)[1-k^2\operatorname{sn}^4\alpha + k^2(\operatorname{sn}^2\alpha - \operatorname{sn}^2\beta)L]}$$
$$+ \frac{(\operatorname{sn}^2\beta - \operatorname{sn}^2\alpha)\sqrt{\mathfrak{L}}}{(1-k^2\operatorname{sn}^2\alpha\operatorname{sn}^2\beta)[1-k^2\operatorname{sn}^4\alpha + k^2(\operatorname{sn}^2\alpha - \operatorname{sn}^2\beta)L]}.$$

» Cette expression devient illusoire lorsqu'on suppose d'abord $1-k^2\operatorname{sn}^2\alpha\operatorname{sn}^2\beta = 0$, c'est-à-dire $\alpha+\beta = a = iK'$ ou bien $\alpha-\beta = b = iK'$, puis en faisant

$$1-k^2\operatorname{sn}^4\alpha + k^2(\operatorname{sn}^2\alpha - \operatorname{sn}^2\beta)L = 0.$$

» La première condition, ayant pour effet de rendre infinis les coefficients de l'équation différentielle, doit être écartée; mais la seconde appelle l'attention, et je m'y arrêterai un moment, afin d'obtenir la nouvelle forme analytique que prend l'intégrale dans ce cas singulier.

» XXIV. Remarquons en premier lieu que cette condition se trouve en posant

$$\operatorname{sn}^2 v = \frac{\operatorname{sn}^2\alpha - L}{1-k^2\operatorname{sn}^2\beta L} = \frac{1}{k^2\operatorname{sn}^2\alpha},$$

c'est-à-dire $v = \alpha + iK'$, et donne par conséquent $\omega = iK'$. Cela étant, je fais dans la solution de l'intégrale, qui est représentée par la formule $\frac{\Theta(u+\omega)}{H(u)}e^{\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right]u}$, $\omega = iK' + \varepsilon$, ε étant infiniment petit, et je développe suivant les puissances croissantes de ε la différence $\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}$. Or l'expression précédemment employée

$$2\lambda = k^2[\operatorname{sn} a \operatorname{sn}\omega \operatorname{sn}(a+\omega) + \operatorname{sn} b \operatorname{sn}\omega \operatorname{sn}(b+\omega)]$$

donne facilement

$$\lambda = \frac{1}{\varepsilon} - \frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{2 \operatorname{sn} a} - \frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{2 \operatorname{sn} b} + \dots ;$$

nous avons d'ailleurs

$$\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} = \frac{\mathrm{H}'(\varepsilon)}{\mathrm{H}(\varepsilon)} - \frac{i\pi}{2\mathrm{K}} = \frac{1}{\varepsilon} - \frac{i\pi}{2\mathrm{K}} + \dots,$$

et l'on en conclut, pour $\varepsilon = 0$, la limite finie

$$\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} = \frac{i\pi}{2\mathrm{K}} - \frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{2 \operatorname{sn} a} - \frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{2 \operatorname{sn} b}.$$

Remplaçant donc $\Theta(u + i\mathrm{K}')$ par $i\mathrm{H}(u) e^{-\frac{i\pi}{4\mathrm{K}}(2u + i\mathrm{K}')}$, on voit qu'au lieu de la fonction doublement périodique de seconde espèce nous obtenons l'exponentielle $e^{-\left(\frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{2 \operatorname{sn} a} + \frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{2 \operatorname{sn} b}\right) u}$, qui devient ainsi une des solutions de l'équation différentielle. Nous parvenons à l'autre solution en employant, au lieu de $v = \alpha + i\mathrm{K}'$, la valeur égale et de signe contraire $v = -\alpha - i\mathrm{K}'$, d'où l'on tire $\omega = -2\alpha - i\mathrm{K}' = -a - b - i\mathrm{K}'$, et par conséquent

$$\lambda = \frac{\operatorname{sn}^2 a + \operatorname{sn}^2 b}{2 \operatorname{sn}(a+b) \operatorname{sn} a \operatorname{sn} b}, \quad \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} = -\frac{\mathrm{H}'(a+b)}{\mathrm{H}(a+b)} + \frac{i\pi}{2\mathrm{K}}.$$

» Des réductions qui s'offrent d'elles-mêmes en employant la formule

$$\frac{\mathrm{H}'(a+b)}{\mathrm{H}(a+b)} = \frac{\mathrm{H}'(a)}{\mathrm{H}(a)} + \frac{\mathrm{H}'(b)}{\mathrm{H}(b)} - \frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(a+b)} - \frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn} b}$$

donnent ensuite

$$\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} = \frac{\mathrm{H}'(a)}{\mathrm{H}(a)} + \frac{\mathrm{H}'(b)}{\mathrm{H}(b)} - \frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{2 \operatorname{sn} a} - \frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{2 \operatorname{sn} b} + \frac{i\omega}{2\mathrm{K}}.$$

» La seconde intégrale devient donc

$$\frac{\mathrm{H}(u-a-b)}{\mathrm{H}(a)} e^{\left[\frac{\mathrm{H}'(a)}{\mathrm{H}(a)} + \frac{\mathrm{H}'(b)}{\mathrm{H}(b)} - \frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{2 \operatorname{sn} a} - \frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{2 \operatorname{sn} b}\right] u},$$

et l'on voit que, pour le cas singulier considéré, la solution générale est représentée par la relation suivante :

$$y e^{\left(\frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{2 \operatorname{sn} a} + \frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{2 \operatorname{sn} b}\right) u} = \mathrm{C} + \mathrm{C}' \frac{\mathrm{H}(u-a-b)}{\mathrm{H}(u)} e^{\left[\frac{\mathrm{H}'(a)}{\mathrm{H}(a)} + \frac{\mathrm{H}'(b)}{\mathrm{H}(b)}\right] u}.$$

XXV. Un dernier point me reste maintenant à traiter; j'ai encore à montrer comment les équations différentielles obtenues aux §§ XVII et XVIII se tirent comme cas particulier de l'équation que nous venons de considérer, ou plutôt de celle qui en résulte si l'on change u en $u + i\mathrm{K}'$, à savoir,

$$\begin{aligned} y'' &- [k^2 \operatorname{sn} u \operatorname{sn} a \operatorname{sn}(u-a) + k^2 \operatorname{sn} u \operatorname{sn} b \operatorname{sn}(u-b)]\, y' \\ &+ \Big[\mathrm{A} k^2 \operatorname{sn} u \operatorname{sn} a \operatorname{sn}(u-a) \\ &\qquad + \mathrm{B} k^2 \operatorname{sn} u \operatorname{sn} b \operatorname{sn}(u-b) + \frac{1}{\operatorname{sn}^2(a-b)} - \mathrm{C}^2 \Big] y = 0. \end{aligned}$$

» Je me fonde, à cet effet, sur ce que les deux déterminations de la quantité $v = \omega + \frac{a+b}{2}$ peuvent être supposées égales et de signes contraires, de sorte que, en désignant par ω et ω' les valeurs correspondantes de ω, on a la condition $\omega + \omega' = -a - b$. Qu'on se reporte maintenant aux expressions données au § XVII (t. LXXXIX, p. 1003):

$$\mathrm{X}_1 = \frac{\mathrm{C}\theta_s(u+a)}{\theta_0(u)} e^{-\frac{u}{2}\mathrm{D}_a \log \theta_{1-s}\theta_{3-s}} + \frac{\mathrm{C}'\theta_{2+s}(u-a)}{\theta_0(u)} e^{\frac{u}{2}\mathrm{D}_a \log \theta_{1-s}\theta_{3-s}},$$

$$\mathrm{X}_2 = \frac{\mathrm{C}\theta_s(u+a)}{\theta_0(u)} e^{-\frac{u}{2}\mathrm{D}_a \log \theta_s\theta_{1-s}} + \frac{\mathrm{C}'\theta_{1-s}(u-a)}{\theta_0(u)} e^{\frac{u}{2}\mathrm{D}_a \log \theta_s\theta_{1-s}},$$

$$\mathrm{X}_3 = \frac{\mathrm{C}\theta_s(u+a)}{\theta_0(u)} e^{-\frac{u}{2}\mathrm{D}_a \log \theta_s\theta_{2+s}} + \frac{\mathrm{C}'\theta_{3-s}(u-a)}{\theta_0(u)} e^{\frac{u}{2}\mathrm{D}_a \log \theta_s\theta_{2+s}}.$$

On voit aisément que les quantités qui jouent le rôle des constantes ω et ω' ont pour somme, successivement, $\mathrm{K} + i\mathrm{K}'$, $i\mathrm{K}'$, K. C'est, en effet, la conséquence des relations déjà remarquées :

$$\theta_s(u + i\mathrm{K}') = \sigma\theta_{1-s}(u)\, e^{-\frac{i\pi}{4\mathrm{K}}(2u + i\mathrm{K}')},$$

$$\theta_s(u + \mathrm{K}) = \sigma'\theta_{3-s}(u)\, e^{-\frac{i\pi}{4\mathrm{K}}(2u + i\mathrm{K}')},$$

$$\theta_s(u + \mathrm{K} + i\mathrm{K}') = \sigma''\theta_{2+s}(u)\, e^{-\frac{i\pi}{4\mathrm{K}}(2u + i\mathrm{K}')}.$$

» D'après cela, je ferai successivement $a + b = \mathrm{K} + i\mathrm{K}'$, $i\mathrm{K}'$, K; je poserai en outre, en changeant d'inconnue dans ces divers cas,

$$y = ze^{-\frac{u}{2}\mathrm{D}_a \log \operatorname{cn} a}, \quad ze^{-\frac{u}{2}\mathrm{D}_a \log \operatorname{sn} a}, \quad ze^{-\frac{u}{2}\mathrm{D}_a \log \operatorname{dn} a}.$$

Or, en considérant, pour abréger, seulement le premier de ces cas, voici le calcul et le résultat auquel il conduit. La condition supposée $b = \mathrm{K} + i\mathrm{K}' - a$ donne d'abord

$$\operatorname{sn} b = \frac{\operatorname{dn} a}{k \operatorname{cn} a}, \quad \operatorname{sn}(u-b) = -\frac{\operatorname{dn}(u+a)}{k \operatorname{cn}(u+a)}, \quad \operatorname{sn}(a-b) = -\frac{\operatorname{dn} 2a}{k \operatorname{cn} 2a},$$

et nous obtenons, pour la transformée en z, l'équation suivante,

$$\begin{aligned} z'' - \left[k^2 \operatorname{sn} u \operatorname{sn} a \operatorname{sn}(u-a) - \frac{\operatorname{sn} u \operatorname{dn} a \operatorname{dn}(u+a)}{\operatorname{cn} a \operatorname{cn}(u+a)} - \frac{\operatorname{sn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{cn} a}\right] z' \\ + \left[\mathrm{P} k^2 \operatorname{sn} u \operatorname{sn} a \operatorname{sn}(u-a) - \mathrm{Q} \frac{\operatorname{sn} u \operatorname{dn} a \operatorname{dn}(u+a)}{\operatorname{cn} a \operatorname{cn}(u+a)} + \mathrm{R}\right] z = 0, \end{aligned}$$

où j'ai fait, pour abréger,

$$\mathrm{P} = \mathrm{A} - \frac{\operatorname{sn} a \operatorname{dn} a}{2 \operatorname{cn} a}, \quad \mathrm{Q} = \mathrm{B} - \frac{\operatorname{sn} a \operatorname{dn} a}{2 \operatorname{cn} a}, \quad \mathrm{R} = \frac{\operatorname{sn}^2 a \operatorname{dn}^2 a}{4 \operatorname{cn}^2 a} + \frac{k^2 \operatorname{cn}^2 2a}{\operatorname{dn}^2 2a} - \mathrm{C}^2.$$

» Soit maintenant

$$\mathfrak{P} = \operatorname{cn}(u+a)(1 - k^2 \operatorname{sn}^2 u \operatorname{sn}^2 a) = \operatorname{cn} a \operatorname{cn} u - \operatorname{sn} a \operatorname{dn} a \operatorname{sn} u \operatorname{dn} u,$$

on trouvera d'abord que le coefficient de z' est simplement $\mathrm{D}_u \log \mathfrak{P} = \frac{\mathfrak{P}'}{\mathfrak{P}}$.

» Représentons ensuite par $\frac{\mathfrak{Q}}{\mathfrak{P}}$ le coefficient de z; au moyen de la formule élémentaire

$$\operatorname{sn}(u-a) \operatorname{cn}(u+a) = \frac{\operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{dn} a - \operatorname{dn} u \operatorname{sn} a \operatorname{cn} a}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 u \operatorname{sn}^2 a},$$

nous obtiendrons

$$\begin{aligned} \mathfrak{Q} = {} & \mathrm{P} k^2 \operatorname{sn} u \operatorname{sn} a (\operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{dn} a - \operatorname{dn} u \operatorname{sn} a \operatorname{cn} a) \\ & - \mathrm{Q} \frac{\operatorname{sn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{cn} a} (\operatorname{dn} u \operatorname{dn} a - k^2 \operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{sn} a \operatorname{cn} a) \\ & + \mathrm{R}(\operatorname{cn} u \operatorname{cn} a - \operatorname{sn} u \operatorname{dn} u \operatorname{sn} a \operatorname{dn} a), \end{aligned}$$

ou bien, en réunissant les termes semblables,

$$\begin{aligned} \mathfrak{Q} = {} & (\mathrm{P} + \mathrm{Q}) k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{dn} a \operatorname{sn}^2 u \operatorname{cn} u \\ & - \left(\mathrm{P} k^2 \operatorname{sn}^2 a \operatorname{cn} a + \mathrm{Q} \frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{cn} a} + \mathrm{R} \operatorname{sn} a \operatorname{dn} a\right) \operatorname{sn} u \operatorname{dn} u + \mathrm{R} \operatorname{cn} a \operatorname{cn} u. \end{aligned}$$

» Soit maintenant $\mathrm{C} = \delta - \frac{\operatorname{sn} a \operatorname{dn} a}{2 \operatorname{cn} a}$, cette nouvelle forme de la constante

donnera, après quelques réductions,

$$\mathfrak{Q} = -k^2 \operatorname{cn} a \operatorname{sn}^2 u \operatorname{cn} u$$
$$+ \left[\operatorname{sn} a \operatorname{cn} a\, \delta^2 + \operatorname{cn} a (1 - 2k^2 \operatorname{sn}^2 a)\delta + k^2 \operatorname{sn}^3 a \operatorname{dn} a - \frac{k^2 \operatorname{cn}^2 2a}{\operatorname{dn}^2 2a} \operatorname{sn} a \operatorname{dn} a\right] \operatorname{sn} u \operatorname{dn} u$$
$$- \left[\operatorname{cn} a\, \delta^2 - \operatorname{sn} a \operatorname{dn} a\, \delta - \frac{k^2 \operatorname{cn}^2 2a}{\operatorname{dn}^2 2a} \operatorname{cn} a\right] \operatorname{cn} u.$$

» Or, en faisant successivement $a = 0$, puis $a = k$, on tire de là les équations

$$\operatorname{cn} u\, z'' - D_u \operatorname{cn} u\, z' - [k^2 \operatorname{sn}^2 u \operatorname{cn} u - \operatorname{sn} u \operatorname{dn} u\, \delta + (\delta^2 - k^2) \operatorname{cn} u]\, z = 0,$$
$$\operatorname{sn} u \operatorname{dn} u\, z'' - D_u \operatorname{sn} u \operatorname{dn} u\, z' - [\operatorname{cn} u\, \delta + \operatorname{sn} u \operatorname{dn} u\, \delta^2]\, z = 0;$$

ce sont précisément les relations en X_1 et Y_1 des §§ XVII et XVIII, en supposant dans la première $\delta = \delta_1$ et dans la seconde $\delta = -\delta_1$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle linéaire du second ordre.* Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite; par M. **H. Gyldén.**

« Permettez-moi une petite remarque au sujet de l'équation

$$y'' + 2(\nu + 1) \frac{k^2 \operatorname{sn} x \operatorname{cn} x}{\operatorname{dn} x} y' = [(n - \nu)(n + \nu + 1) k^2 \operatorname{sn}^2 x + h] y,$$

dont vous m'annoncez que vous vous occupez.

» Si l'on fait en particulier $\nu = -\frac{1}{2}$, $h = -\left(n + \frac{1}{2}\right)^2$, et qu'on pose

$$n + \frac{1}{2} = \mu,$$

l'équation proposée devient

$$y'' + k^2 \frac{\operatorname{sn} x \operatorname{cn} x}{\operatorname{dn} x} y' + \mu^2 \operatorname{dn}^2 x y = 0,$$

et l'on en conclut immédiatement l'intégrale générale que voici :

$$y = a \cos \mu \operatorname{am} x + b \sin \mu \operatorname{am} x,$$

a et b étant les deux constantes arbitraires.

» Pour mieux mettre en lumière la nature de la fonction trouvée, je la

transforme de la manière suivante. Je pose

$$2\alpha = a - ib, \quad 2i\beta = ia - b,$$

d'où résulte

$$y = \alpha e^{i\mu \operatorname{am} x} + \beta e^{-i\mu \operatorname{am} x}.$$

» Si μ est réel, nous aurons ainsi

$$\begin{aligned} y &= \alpha e^{i\mu\frac{\pi x}{2K}}\left[\frac{\eta(-x)}{\eta(x)}\right]^{\mu} + \beta e^{-i\mu\frac{\pi x}{2K}}\left[\frac{\eta(x)}{\eta(-x)}\right]^{\mu} \\ &= \alpha c^{i\mu\frac{\pi x}{2K}}\left[\frac{\left(1 - qe^{-\frac{2i\pi x}{2K}}\right)\left(1 - q^3e^{+\frac{2i\pi x}{2K}}\right)\cdots}{\left(1 - qe^{+\frac{2i\pi x}{2K}}\right)\left(1 - q^3e^{-\frac{2i\pi x}{2K}}\right)\cdots}\right]^{\mu} \\ &= \beta c^{-i\mu\frac{\pi x}{2K}}\left[\frac{\left(1 - qe^{+\frac{2i\pi x}{2K}}\right)\left(1 - q^3e^{-\frac{2i\pi x}{2K}}\right)\cdots}{\left(1 - qe^{-\frac{2i\pi x}{2K}}\right)\left(1 - q^3e^{+\frac{2i\pi x}{2K}}\right)\cdots}\right]^{\mu}. \end{aligned}$$

» On voit par là immédiatement les principales propriétés de la fonction dont il s'agit. »

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Complément à la Note du 12 janvier 1880 sur la déformation des corps;* par M. DE SAINT-VENANT.

« M. A. Tissot m'écrit pour me faire remarquer que le théorème (de Cauchy) du changement, dans cette déformation, de toute sphère élémentaire en un ellipsoïde, que je paraissais restreindre à de *petites* déformations, a lieu quelque grandes que soient leurs proportions, pourvu qu'elles ne varient que continûment en passant de chaque point aux points voisins.

» Sa remarque est parfaitement juste, ainsi que la démonstration qu'il a donnée de ce théorème par une claire et courte analyse aux *Nouvelles Annales de Mathématiques*, numéro d'avril 1878, p. 152.

» Déjà, à la Société philomathique, le 26 novembre 1864 (*l'Institut*, n° 1614, p. 389), je donnais ma démonstration géométrique sans énoncer l'inutile restriction qu'il signale. »

PHYSIQUE. — *Expériences sur la compression des mélanges gazeux;* par M. L. Cailletet.

« Lorsqu'on enferme dans l'appareil qui m'a servi à la liquéfaction des gaz [1] un mélange d'air et d'acide carbonique, on remarque, ainsi que M. Andrews et plusieurs autres savants l'avaient déjà observé, que la liquéfaction de l'acide carbonique subit un retard souvent très grand; il est même possible de comprimer à zéro jusqu'au delà de 400^{atm} 1^{vol} d'air et 1^{vol} d'acide carbonique mélangés sans obtenir de changement d'aspect dans le tube.

» En comprimant dans l'appareil 5^{vol} d'acide carbonique et 1^{vol} d'air, l'acide carbonique se liquéfie facilement. Si l'on porte alors la pression jusqu'à 150^{atm} ou 200^{atm}, le ménisque de l'acide liquéfié, qui jusque-là était concave et d'une netteté parfaite, devient plan, perd sa netteté, puis s'efface progressivement; enfin le liquide disparaît entièrement. Le tube paraît alors rempli d'une matière homogène qui, désormais, résiste à toute pression, comme le ferait un liquide.

» Si maintenant on diminue la pression avec lenteur, on observe qu'à une pression constante pour des températures déterminées le liquide reparaît subitement; il se produit un brouillard épais qui se développe, s'évanouit en un instant, et marque le niveau du liquide qui vient de reparaître.

» Les nombres ci-après indiquent la marche du phénomène.

» En opérant sur un mélange formé à peu près de 5^{vol} d'acide carbonique et de 1^{vol} d'air, l'acide carbonique liquide reparaît à :

132^{atm}	à la température de..........	$+ 5^{\circ},5$
124	»	10
120	»	13
113	»	18
110	»	19
Le gaz carbonique comprimé au-dessus de 350^{atm} ne se liquéfie plus à.....		21

» Ce phénomène de la disparition du liquide ne peut s'expliquer par la chaleur que dégage la compression; car, dans cette expérience, le tube

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XV, p. 132.

plonge dans de l'eau qui le maintient à température constante, et la compression se fait assez lentement pour que le refroidissement soit toujours complet.

» Tout se passe en réalité comme si, à un certain degré de compression, l'acide carbonique se répandait dans le gaz qui le surmonte, en produisant une matière homogène sans changement sensible de volume; rien n'empêcherait donc d'admettre que le gaz et le liquide se sont dissous l'un dans l'autre. J'ai essayé de vérifier cette hypothèse en colorant l'acide carbonique liquéfié. De toutes les substances essayées, l'iode seul a pu se dissoudre dans l'acide; mais malheureusement, dans cette expérience, le mercure est rapidement attaqué, et le phénomène est aussitôt masqué par l'iodure de mercure qui se dépose contre la paroi du tube.

» On pourrait cependant supposer que la disparition du liquide n'est qu'apparente, que l'indice de réfraction de l'air comprimé, croissant plus vite que celui de l'acide carbonique liquide, il arrive un moment où, les deux indices devenant égaux, la surface de séparation du liquide et du gaz cesse d'être visible. Mais, si alors on augmentait de plusieurs centaines d'atmosphères la pression du système, la surface de séparation du gaz et du liquide redeviendrait visible, l'indice de réfraction du gaz continuant à augmenter par hypothèse plus rapidement que l'indice du liquide.

» Or l'expérience, tentée jusqu'à 450^{atm}, n'a donné que des résultats négatifs.

» On peut donc supposer que sous de hautes pressions un gaz et un liquide peuvent se dissoudre l'un dans l'autre de manière à former un tout homogène. »

BOTANIQUE. — *Evolution de l'inflorescence chez des Graminées* (2e partie). *Types de structure du rachis primaire. Ordre d'apparition des premiers vaisseaux;* par M. **A. Trécul.**

« Dans un travail qui appuie une opinion que je soutiens depuis longtemps, M. G. Dutailly a décrit (*Adansonia*, t. XI, p. 139 et suiv.) des coupes transversales d'axes de divers degrés de l'inflorescence de Graminées, dans lesquelles les faisceaux ne sont point répartis autour d'un centre médullaire. Cela rappelé, voici mes observations personnelles.

» Principaux types de structure du rachis primaire. — I. Dans le

Tripsacum dactyloides, la coupe transversale de chaque épi, prise dans la région moyenne, a les faisceaux principaux distribués suivant une sorte de T. Le nombre des faisceaux va, comme d'habitude, en diminuant de bas en haut de l'épi, tandis que par en bas ils se multiplient dans la tige du T et lui font perdre cette forme.

» De ces faisceaux, c'est le supérieur de la tige du T qui le premier acquiert un vaisseau; il en naît ensuite dans le faisceau basilaire de chaque branche du T; les vaisseaux apparaissent après cela dans les faisceaux de plus en plus éloignés de ces trois premiers, et aussi de plus en plus grêles. Il y a de plus quelques fascicules périphériques. C'est dans les angles du T que s'insèrent les faisceaux des épillets, et c'est vers cette insertion que sont tournés les vaisseaux des deux branches du T (¹).

» II. Dans l'épi du *Nardus stricta*, une coupe transversale, prise dans le milieu des mérithalles ou plus bas, montre les faisceaux disposés *suivant un arc* et ayant leurs vaisseaux tournés vers la face qui porte les épillets. Ceux du milieu de l'arc sont les plus gros et les premiers pourvus de vaisseaux. Il y a en outre des fascicules alternes avec les précédents et un peu plus externes. Dans le pédoncule encore jeune les faisceaux sont disposés en cercle, mais les plus gros sont d'un seul côté, dans le prolongement des plus volumineux du rachis.

» III. Dans le dernier type, les faisceaux du rachis sont rangés suivant un arc, comme dans le pétiole de beaucoup de feuilles. Dans le présent type ils sont ordonnés suivant deux arcs opposés, comme si deux rachis semblables au précédent étaient accolés par la face florifère. C'est sur les bords apparents des arcs rapprochés que s'insèrent les rameaux; mais il y a à distinguer deux formes principales.

» *a*. Dans le rachis des *Phleum pratense*, etc., les deux arcs de faisceaux (de la section transversale) sont très ouverts, en sorte que leur apposition produit une ellipse, au milieu des grandes faces de laquelle sont les gros faisceaux, qui sont les premiers nés et les premiers pourvus de vaisseaux, tandis que près des extrémités du grand axe de l'ellipse sont les faisceaux les plus jeunes. C'est là que sont insérés les rameaux.

» *b*. Dans les *Triticum, Secale, Hordeum,* nommés ici, c'est le contraire qui a lieu. Les deux arcs sont en quelque sorte comprimés, de façon que la

---

(¹) Les coupes transversales des rameaux primaires ou épis latéraux de l'inflorescence des *Panicum coloratum, sanguinale, mollissimum,* ont la forme d'un T à tige courte, avec les vaisseaux tournés vers la nervure médiane dans les faisceaux des trois branches.

juxtaposition de leurs bords coïncide avec le milieu des grandes faces de l'ellipse ; c'est là aussi que sont insérés les épillets, tandis que les deux gros faisceaux, qui sont les premiers nés et les premiers pourvus de vaisseaux, sont aux extrémités du grand axe de l'ellipse. Il y a souvent un petit faisceau, parfois deux en arrière des deux gros.

» A ce second sous-type *b* se rapportent aussi, avec une légère modification, les *Lolium* et le *Lepturus subulatus*, au lieu que les mérithalles inférieurs du rachis du *Cynosurus cristatus* se rapprochent du sous-type *a*.

» IV. Ici je range les plantes dans le rachis desquelles les faisceaux sont répartis autour d'un centre médullaire elliptique ou circulaire, sans que l'on y distingue deux arcs de faisceaux (*Poa annua*, *Setaria glauca, germanica*, etc., *Tragus racemosus, Sporobolus tenacissimus*, *Zea Mays*, etc.).

» Dans le *Poa annua,* le premier vaisseau naît, à l'intérieur du rachis, dans le faisceau dorsal, qui occupe le milieu d'une des grandes faces de l'ellipse , le deuxième vaisseau dans un faisceau de la face antérieure, le troisième vaisseau dans un faisceau situé au milieu d'un petit côté de l'ellipse, le quatrième et le cinquième vaisseau dans deux faisceaux de l'autre extrémité de l'ellipse; plus rarement il n'y a que quatre faisceaux principaux, le quatrième étant directement opposé au troisième. Des fascicules alternes s'interposent à ces faisceaux principaux nés successivement.

» Dans le *Setaria glauca* les vaisseaux du rachis sont aussi disposés suivant une ellipse. Les premiers, situés aux extrémités du petit axe de l'ellipse, sont dans un plan perpendiculaire à celui qui passerait par les nervures médianes des feuilles distiques ou de leurs bourgeons axillaires. Un peu plus tard deux autres vaisseaux naissent dans deux faisceaux situés aux extrémités du grand axe de l'ellipse. Plus tard encore des vaisseaux apparaissent dans quatre faisceaux alternes avec les précédents. D'autres faisceaux plus externes naissent ensuite.

» Dans le *Setaria germanica*, six faisceaux les plus gros entourent circulairement le centre médullaire; mais trois seulement sont d'abord pourvus de vaisseaux; les trois autres n'en possèdent que postérieurement. Derrière chacun de ces six faisceaux, d'autres naissent en deux séries radiales pouvant simuler une sorte de triangle. C'est sur les intervalles de ces six groupes, et appuyés sur ceux-ci, que sont formés les rameaux. Il y en a donc ordinairement six rangées; mais quelquefois, par l'écartement des faisceaux bisériés de deux de ces six groupes, il est créé deux intervalles nouveaux, sur lesquels s'insèrent deux autres rangées de rameaux.

» Examen longitudinal des premiers vaisseaux. — Le premier vais-

seau ou les premiers apparaissent libres par les deux bouts, à des hauteurs variables, à l'intérieur du rachis des espèces suivantes : *Lepturus subulatus, Nardus stricta, Poa annua, nemoralis, Milium effusum, Cynosurus cristatus, Mibora verna, Aira pulchella, Secale cereale, Triticum vulgare, villosum, Hordeum vulgare, murinum, distichum, Lolium multiflorum, Glyceria aquatica, Phleum pratense, Psilurus nardoides, Phalaris canariensis, Setaria glauca.*

» Les premiers vaisseaux des rameaux naissent aussi fort souvent libres, indépendants de ceux du rachis, auxquels ils se relient ensuite ou non.

» Dans le *Nardus stricta,* le premier vaisseau apparaît dans les deux tiers inférieurs de la nervure médiane d'un rachis d'environ $1^{mm},75$, ayant sa base au-dessus des épillets les plus bas placés. Il s'étend ensuite par en haut et par en bas, et d'autres vaisseaux s'y adjoignent. Bientôt après, un premier vaisseau naît aussi dans la moitié inférieure de chacun des deux faisceaux latéraux voisins. Pendant qu'ils s'allongent par en bas, il se forme, à l'insertion des épillets supérieurs latéraux, un court vaisseau arqué, libre par les deux bouts, qui plus tard seulement s'insère sur le fascicule médian du rachis, quelquefois par l'intermédiaire d'un moignon vasculaire destiné à le recevoir. A mesure que, dans des épis plus âgés, les vaisseaux naissent ainsi successivement sous des épillets situés de plus en plus bas, des vaisseaux sont produits dans les faisceaux latéraux plus externes du rachis, dans le prolongement ou sur le côté desquels s'insèrent les vaisseaux des épillets correspondants. Dans un épi de 40^{mm}, les vaisseaux des épillets étant d'autant moins avancés que ceux-ci étaient plus bas placés, il y avait en bas cinq épillets d'un côté, six de l'autre, encore privés de vaisseaux. Dans un épi de 45^{mm}, il n'y avait plus en bas, de chaque côté, que le seul épillet inférieur sans vaisseaux.

» En étudiant ceux-ci de bas en haut, dans des épillets de plus en plus haut placés, on voyait qu'à l'insertion du deuxième épillet était un court vaisseau libre par les deux bouts; qu'à la base de l'épillet suivant il y en avait deux séparés, libres également, parallèles à quelque distance l'un de l'autre : l'un, plus externe, entrait dans la nervure médiane de la glumelle inférieure; l'autre, plus interne ou supérieur, était opposé aux organes sexuels, mais loin d'eux encore. Dès ce moment, il existait un vaisseau *dans la partie supérieure du filet de chaque étamine*. Dans des fleurs un peu plus âgées le vaisseau descendait au bas du filet, mais restait libre encore quelque temps. Dans des épillets plus haut situés, les deux vaisseaux du bas de l'épillet étaient réunis et s'inséraient sur un des latéraux du rachis; un peu plus haut encore, un troisième vaisseau basilaire s'était

formé près des deux précédents, sur un plan plus élevé; plus haut enfin, ce dernier vaisseau basilaire et les premiers étaient réunis par en bas ou insérés isolément sur un ou, en fourche, sur deux latéraux du rachis, tandis que par en haut ils étaient en relation avec ceux de la fleur ou épillet.

» Dans les *Triticum vulgare, monococcum, villosum, Secale cereale, Hordeum distichum,* etc., il naît à peu près simultanément un vaisseau dans chacun des deux *faisceaux principaux* situés vers les côtés du rachis. Ils commencent dans la moitié inférieure de celui-ci et s'allongent ensuite par en haut et par en bas. Un peu après, les vaisseaux naissent dans le faisceau latéral le plus voisin de chaque côté, et successivement dans les latéraux les plus éloignés, c'est-à-dire plus rapprochés du milieu des grandes faces du rachis. Dans un épi de $1^{mm},40$ du *Triticum monococcum,* le premier vaisseau commençait dans l'un des faisceaux principaux par une cellule vasculaire située au niveau de l'intervalle des deuxième et troisième épillets d'en bas. Dans l'autre faisceau principal, le premier vaisseau débutait par cinq cellules situées un peu plus haut. Dans un épi de $1^{mm},70$, les deux vaisseaux arrivaient à la moitié de la hauteur du rachis et ne descendaient pas tout à fait à la base. Les vaisseaux naissent de même dans la moitié inférieure du rachis d'un épi d'environ 2^{mm} des *Triticum villosum, vulgare* et de l'*Hordeum distichum,* de $2^{mm},50$ à 3^{mm} du *Secale cereale.*

» J'ai trouvé, près du bas de chaque grande face du rachis, quatre faisceaux interposés aux deux principaux dans le *Secale cereale,* de cinq à sept dans les *Hordeum distichum, Triticum villosum,* etc. Ces faisceaux secondaires diminuent de bas en haut. Ceux du milieu des faces sont souvent encore dépourvus de vaisseaux quand apparaissent les premiers dans la base des épillets.

» Ce sont des épillets de la région moyenne qui, les premiers, montrent des vaisseaux dans plusieurs de ces plantes. Dans l'*Hordeum distichum,* c'étaient les cinquième, sixième et septième épillets d'un même côté d'épis de 6^{mm} à 7^{mm}, à compter d'en bas, qui seuls en étaient pourvus. Dans un jeune épi non mesuré de *Triticum Spelta* il y avait des vaisseaux dans les épillets de la région moyenne à partir du cinquième, et dans un épi de $12^{mm},50$ tous les épillets avaient des vaisseaux à leur base, sauf quelques épillets supérieurs. Dans des épis de 8^{mm} à 10^{mm} de l'*Hordeum vulgare,* il y avait de courts vaisseaux dans les épillets deuxième, troisième, quatrième, cinquième, sixième, septième, huitième d'un côté donné, et pas dans les autres du même côté. Dans un épi de 11^{mm} du *Triticum villosum,* où l'accroissement secondaire prédomine par en haut et devient

basipète, les épillets supérieurs avaient des vaisseaux et les inférieurs n'en possédaient pas.

» Voici la position de ces premiers vaisseaux. Dans le *Secale cereale* il naît, au bas de chaque épillet et des deux côtés, un court vaisseau dirigé *vers la glumelle externe* de chaque fleur. Ces deux vaisseaux sont libres par les deux bouts. Ce n'est qu'un peu plus tard que naît le premier vaisseau destiné à la glume correspondante. Puis apparaît un vaisseau dans chaque étamine; il est libre comme les précédents. Ensuite se montre, libre aussi, le premier vaisseau du petit axe surmonté des rudiments de deux ou trois fleurs stériles. Après que les premiers vaisseaux des glumes et des glumelles se sont mis en rapport avec ceux du rachis, d'autres vaisseaux ou fascicules se développent là dans le tissu d'insertion pour aller rejoindre ceux des étamines et du petit axe stérile. En même temps il naît, dans la partie supérieure de la lame des glumelles externes, des vaisseaux dans les deux nervures latérales de chaque côté et dans les nervures transverses qui les unissent entre elles et avec la nervure médiane, bien qu'il n'y ait encore dans la base de la lame que les vaisseaux de la nervure médiane. Les autres vaisseaux de chaque fleur naissent ensuite. L'insertion de l'épillet sur les faisceaux du rachis se complète par un lacis ou épatement vasculaire que je ne puis décrire ici.

» Dans les *Triticum Spelta* et *vulgare*, il naît de même un court vaisseau libre *au-dessous de la glumelle externe* des deux fleurs inférieures; ensuite apparaissent un, deux et trois courts vaisseaux au-dessous de l'axe portant les autres fleurs rudimentaires. Des vaisseaux libres se montrent après cela dans les étamines, etc. J'ai quelquefois trouvé sous les glumes du *Triticum Spelta* un très court vaisseau déjà en relation avec le faisceau principal du rachis voisin.

» Dans l'*Hordeum vulgare*, qui a trois épillets côte à côte sur le même mérithalle, le premier vaisseau, court et libre, naît *au-dessous de la glumelle externe de l'épillet médian*, dans la nervure médiane de laquelle il monte plus tard. Un court vaisseau, libre aussi, apparaît ensuite au-dessous de chacun des épillets latéraux. Ici, ce premier vaisseau est tantôt dirigé sous la glumelle externe, tantôt sous la glume la plus latérale par rapport aux trois épillets. Quand les vaisseaux latéraux sont dirigés vers ces glumes, le vaisseau de la glumelle externe correspondante peut n'être qu'ébauché, ou seulement plus court que son voisin de la glume; il est quelquefois uni avec lui par la base.

» Quand il n'existe encore qu'un court vaisseau sous les épillets laté-

raux, et que le vaisseau né sous l'épillet médian entre dans sa glumelle externe, les étamines de la fleur médiane peuvent déjà avoir des vaisseaux commençant dans le connectif de l'anthère ou même étendus dans le filet. Un peu plus tard, les vaisseaux naissent dans le connectif des anthères des fleurs latérales.

» Plusieurs fois j'ai trouvé le vaisseau de la nervure médiane de la glumelle externe de ces fleurs latérales commençant sur deux points à la fois : en bas dans l'axe, et plus haut dans la partie supérieure de la lame. Les deux parties vasculaires s'unissent ensuite. Ce n'était qu'après que ce vaisseau était étendu déjà dans toute la lame et dans la base de l'arête de la glumelle externe de ces fleurs latérales, qu'apparaissaient les premiers vaisseaux de la nervure médiane des glumes de l'épillet médian, qui naissent libres aussi. Plus tard apparaît le premier vaisseau de la nervure médiane des deux autres glumes des épillets latéraux, c'est-à-dire de celles qui sont voisines de l'épillet médian. Puis viennent les vaisseaux latéraux de la glumelle externe de la fleur médiane, que l'on trouve libres ou insérés sur la base du faisceau médian des glumes du même épillet médian. Ensuite apparaissent les vaisseaux de la glumelle interne, etc. Tous les faisceaux d'un même côté du court rameau confluent à leur insertion sur le rachis, et tous sont réunis à la fin par des cellules vasculaires qui en forment un épatement vasculaire.

» Il y a cinq nervures longitudinales dans chaque glumelle externe. Pendant que les vaisseaux des latérales montent dans la base de la lame, les vaisseaux de la nervure médiane ayant déjà atteint le sommet, on peut trouver que des vaisseaux descendent de ce sommet dans les faisceaux latéraux vers ceux qui montent, etc. L'*Hordeum distichum* a donné des résultats analogues, et ses glumes ont souvent montré un groupe de vaisseaux dans leur partie supérieure effilée, quand ceux qui montaient de l'axe n'avaient pas encore atteint la base de la lame. »

M. D. Colladon adresse une Note concernant divers moyens mis en usage, soit en France, soit sur les petits lacs de la Suisse, pour déterminer la rupture des couches de glace formées à la surface de l'eau.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. Gaudin soumet au jugement de l'Académie un procédé pour diviser les amas de glaçons.

Ce procédé consiste dans l'emploi d'un tuyau en plomb, ou en alliage d'étain et d'antimoine, de petit calibre, flexible, qui serait adapté à un générateur de vapeur et posé à la surface de la glace. Ce tube, ouvert à son extrémité libre pour laisser échapper l'eau de condensation, pénétrera dans la glace par son poids, en sorte que sa paroi, sans cesse réchauffée par l'arrivée de la vapeur, sera toujours en contact avec le fond de la tranchée. On empêchera les tranchées de se refermer en y intercalant des planches verticales, et l'on pourra y introduire ensuite des charges de dynamite. Quelques essais préliminaires ont donné de bons résultats.

(Commissaires : MM. Rolland, Phillips, Tresca.)

M. A. Bouvet adresse une Note concernant un procédé du même genre, pour la destruction successive des banquises de glace.

(Renvoi à la même Commission.)

M. A. Denizot, M. Martin-Raget adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des équations différentielles linéaires.* Note de M. Mittag-Leffler, présentée par M. Hermite.

« Soit

$$(A)\qquad y^{(n)} = f_1(x)y^{(n-1)} + f_2(x)y^{(n-2)} + \ldots + f_n(x)y$$

une équation différentielle linéaire, M. Fuchs a étudié les intégrales de cette équation dans le voisinage d'un point singulier a. Pour le cas où les intégrales sont *régulières*, M. Fuchs et M. Frobenius ont montré comment on peut

former un système fondamental d'intégrales dans lequel chaque intégrale est bien définie pour le voisinage du point a. Mais c'est seulement pour des valeurs du module de $(x-a)$ qui ne surpassent pas une certaine limite que les séries par lesquelles ces intégrales sont exprimées restent convergentes. Le but idéal de l'intégration des équations différentielles est pourtant de trouver des expressions analytiques des intégrales qui soient définies pour chaque valeur de la variable indépendante x. J'y suis parvenu dans le cas où l'intégrale complète de l'équation différentielle (A) est une fonction uniforme avec le seul point singulier essentiel $x=\frac{1}{0}$. J'emploie la dénomination de *point essentiel* dans le sens qui lui a été donné par M. Weierstrass, dans son Mémoire célèbre intitulé *Sur les fonctions analytiques uniformes d'une variable.*

» Je me suis demandé quelle est dans ce cas la forme des fonctions $f_1(x), f_2(x), \ldots, f_n(x)$. Je trouve cette forme, et je montre après comment on peut toujours obtenir un système fondamental d'intégrales qui y correspondent, où chaque intégrale est le quotient de deux séries de puissances de x toujours convergentes.

» Qu'il me soit permis d'expliquer plus en détail les résultats que j'ai trouvés pour le cas où l'équation différentielle proposée est du second ordre. Je mets

$$(B) \qquad y''=f_1(x)y'+f_2(x)y.$$

» D'après les principes de M. Fuchs, il est alors nécessaire que les deux fonctions $f_1(x)$ et $f_2(x)$ soient des fonctions uniformes avec le seul point singulier essentiel $x=\frac{1}{0}$, et que pour le voisinage d'un pôle a elles aient la forme

$$f_1(x)=(x-a)^{-1}[k_0+k_1(x-a)+k_2(x-a)^2+\ldots],$$
$$f_2(x)=(x-a)^{-2}[h_0+h_1(x-a)+h_2(x-a)^2+\ldots],$$

où les deux séries sont convergentes pour des valeurs suffisamment petites du module de $(x-a)$.

» J'ajoute d'abord à cette condition que les deux coefficients h_0 et k_0 sont nécessairement des nombres entiers positifs ou négatifs, ou zéro, tels que

$$4h_0+(1+k_0)^2=m^2,$$

où m est un nombre entier positif. Je montre après que les coefficients $k_1, k_2, \ldots, k_m, h_1, h_2, \ldots, h_m$ sont liés ensemble par l'équation algébrique

qu'on obtient en éliminant les quantités $c_1, c_2, \ldots, c_{m-1}$ entre les équations

$$(1-m)c_1 = nk_1 + h_1,$$
$$2(2-m)c_2 = nk_2 + h_2 + [(n+1)k_1 + h_1]c_1,$$
$$3(3-m)c_3 = nk_3 + h_3 + [(n+1)k_2 + h_2]c_2 + [(n+2)k_1 + h_1]c_1,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;$$
$$0 = nk_m + h_m + [(n+1)k_{m-1} + h_{m-1}]c_{m-1} + \ldots + [(n+m-1)k_1 + h_1]c_1.$$

» Le nombre n est

$$n = \tfrac{1}{2}(1 + k_0 - m).$$

» Ces conditions étant remplies, l'intégrale complète de l'équation (B) est toujours une fonction uniforme avec le seul point singulier essentiel $x = \frac{1}{0}$.

» Pour obtenir cette intégrale, j'étudie d'abord le nombre n. Si n est un nombre positif ou zéro, alors aucune intégrale de l'équation (B) n'a de pôle au point a. Si au contraire le nombre n est négatif, alors le point a est toujours un pôle de l'intégrale complète de (B). Dans ce dernier cas, je mets

$$n' = -n = -\tfrac{1}{2}(1 + k_0 - m).$$

» Je forme maintenant, d'après les principes de M. Weierstrass, le produit convergent

$$\Pi(x) = \Pi\left[\left(1 - \frac{x}{a}\right)e^{\frac{x}{a} + \ldots + \frac{1}{\nu}\left(\frac{x}{a}\right)^{\nu}}\right]^{n'}.$$

» Alors $z = y\,\Pi(x)$ est nécessairement une fonction analytique entière de la variable x. En faisant maintenant dans l'équation (B) la substitution

$$y = \frac{z}{\Pi(x)},$$

on obtient, par conséquent, une équation

$$z'' = \left[f_1(x) + 2\frac{\Pi'(x)}{\Pi(x)}\right]z' + \left\{f_2(x) - f_1(x)\frac{\Pi'(x)}{\Pi(x)} + \frac{\Pi''(x)}{\Pi(x)} - 2\left[\frac{\Pi'(x)}{\Pi(x)}\right]^2\right\}z,$$

qui possède un système fondamental d'intégrales $z = z_1$, $z = z_2$, où chaque intégrale est une série qui procède suivant les puissances croissantes et positives de x et qui converge pour une valeur quelconque de x. Les coeffi-

cients de ces séries sont faciles à obtenir d'après les méthodes de MM. Briot et Bouquet et de M. Frobenius.

» Les deux fonctions

$$y_1 = \frac{z_1}{\Pi(x)}, \quad y_2 = \frac{z_2}{\Pi(x)}$$

font maintenant ensemble un système fondamental d'intégrales pour l'équation (B). »

CHIMIE. — *Remarques sur les métaux nouveaux de la gadolinite et de la samarskite*. Note de M. M. Delafontaine.

« Depuis la publication des Mémoires sur la terbine par M. Marignac et par moi-même, en mars 1878, la découverte réelle ou supposée de dix autres terres rares a été annoncée par divers chimistes, savoir : la mosandrine, la philippine, l'ytterbine, la décipine, la scandine, l'holmine, la thuline, la samarine et deux autres sans nom.

» Comme on pouvait s'y attendre, une telle multiplication de corps, difficiles à isoler et à caractériser, a rencontré des sceptiques, et l'on s'est demandé s'il n'y aurait pas là de doubles emplois. Si l'Académie veut bien me le permettre, je lui communiquerai mes vues sur ce point, telles qu'elles résultent de mes propres recherches (¹).

» Dans mes recherches sur la gadolinite et la samarskite, j'ai toujours attaché une grande importance aux poids atomiques. Quand l'équivalent d'une base s'est trouvé plus élevé que celui des autres membres du même groupe (décipine et ytterbine, par exemple), je n'ai pas eu le moindre doute sur l'existence spécifique de cette base. Cet équivalent était-il, au contraire, intermédiaire entre deux autres (la philippine comparée à l'yttria et à la terbine), naturellement je multipliais les expériences pour m'assurer que je n'avais pas entre les mains un mélange de corps déjà connus. Dans ce cas, les caractères physiques m'ont été quelquefois d'un grand secours. Voilà donc pourquoi l'*ytterbium*, le *décipium* et le *philippium* me semblent définitivement acquis à la Science.

» Le *scandium* m'est inconnu : je ne puis rien en dire.

(¹) N'étant plus depuis longtemps en position de lire les *Comptes rendus*, je ne connais plusieurs des Notes sur ces nouveaux métaux que par ce qu'en a donné le *Chemical News* de Londres. Si donc il y a quelque malentendu de ma part, il ne devra être attribué qu'à un manque d'information suffisante.

» Rien n'est survenu pour changer mon opinion sur le *mosandrum*, depuis que j'ai proposé de le rayer de la liste des éléments.

» *Samarium.* — M. Lecoq a publié, en février et en août 1879, deux Notes consacrées l'une à une terre nouvelle tirée de la samarskite et l'autre au samarium. Les propriétés qu'il attribue à sa terre sans nom ne me paraissent différer en rien d'essentiel de celles de la décipine, ou mieux peut-être d'un mélange de décipine et de terbine. Le samarium est caractérisé seulement par des raies d'absorption qui comprennent, semble-t-il, une partie de celles du décipium. Je ne connais pas de faits qui puissent me faire croire que ce dernier n'est pas homogène; ses raies d'absorption croissent ou décroissent ensemble, dans tous les traitements auxquels je l'ai soumis. La découverte du samarium demande donc à être appuyée de nouvelles preuves.

» MM. Marignac et Soret ont montré que l'erbine de M. Bunsen est un mélange de plusieurs corps. Avec l'aide de M. Thalén, M. Clève a répété leurs expériences, et il est arrivé aux mêmes résultats. Cependant le savant d'Upsal va plus loin que ceux de Genève : il n'hésite pas à donner des noms aux métaux, supposés nouveaux, qu'il croit être la cause de certaines différences spectroscopiques. Pour lui, la raie ultra-rouge découverte par M. Soret caractérise le *thulium;* les raies rouge et verte ($\lambda = 640$ et 536) appartiennent à l'*holmium* (¹) dont l'oxyde est jaune et le nitrate moins facilement décomposé au feu que celui d'erbium ; du reste, il n'a obtenu ni le premier ni le second dans un état de pureté même approximative.

» La samarskite renferme très peu de l'ancienne erbine de M. Bunsen; le spectre d'absorption de cette dernière est très faible avec les solutions que l'on en obtient, et en particulier les bandes verte et bleue ($\lambda = 523$ et 488) de l'erbine (sens restreint) y sont peu intenses; par contre la bande indigo ($\lambda = 462$) s'y montre beaucoup mieux. Après en avoir éliminé le didyme, le décipium et la presque totalité de la terbine, j'ai soumis le formiate de ces terres à des cristallisations fractionnées : les premiers produits ont donné de 49 à 47 pour 100 de base. On les a réunis et recristallisés plusieurs fois. Il s'est séparé par là un sel assez riche en terbine et des eaux mères plus riches en yttria; on les a rejetés. Le reste, calciné et combiné avec l'acide nitrique, montrait la bande indigo 452 très forte et les autres plus faiblement. Ce nitrate, dissous ou en cristaux, était parfaitement incolore; sa base, d'un beau jaune franc, avait l'équivalent 98 ($y_0 = 74$,

(¹) M. Soret y ajoute avec raison la bande indigo $\lambda = 452$.

$\pi_0 = 115$ env.). On l'a soumis à une série de décompositions partielles par le feu, qui l'ont divisé en six produits (A à F). La terre du premier, légèrement plus claire, avait l'équivalent 102; les cristaux de son formiate étaient un peu rosés ; son spectre d'absorption montrait les raies d'absorption de l'erbine (sens restreint) renforcées. Les quatre produits suivants (B à E) contenaient une base plus colorée; leur nitrate, incolore, donnait un spectre composé seulement des raies rouge 640 et verte 536, étroites, mais bien plus fortes qu'auparavant, et de la large bande indigo 448 à 455. La raie verte de l'erbine vraie était réduite à un mince trait, la bleue avait disparu. Ces terres B à E ne se laissaient pas dédoubler en yttria et terbine par les moyens connus. Enfin le produit F donnait un spectre affaibli; sa coloration et son poids atomique étaient moindres que ceux du mélange original.

» J'ai appelé *philippine* l'oxyde jaune distinct de la terbine qui forme le gros des terres dont il vient d'être parlé. Ses caractères sont ceux de la terre X de M. Soret et de l'*holmine* de M. Clève; ce dernier nom, faisant double emploi, ne saurait être conservé.

» A la vérité, on pourrait supposer que la philippine est un mélange de deux oxydes, dont l'un donnerait la bande indigo (448-455) et l'autre les raies 640 et 536; mais je ne connais aucun fait en faveur de cette conclusion.

» La soi-disant euxénite de la Caroline du Nord contient encore moins de terres à spectre d'absorption que la samarskite, une trace seulement. Outre une proportion notable de terbine, je viens d'en retirer une terre jaune paille, à équivalent oscillant autour de 90, sans spectre d'absorption, et qui ne paraît pas être un mélange de terbine et d'yttria. Je ne me suis pas encore assuré si la samarskite en contient, et en particulier si ma philippine en est souillée : c'est un point que j'espère avoir éclairci sous peu. J'examine aussi une autre base de la samarskite, qui paraît se rapprocher beaucoup de l'ytterbine. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Reproduction artificielle de la scorodite.* Note de MM. **Verneuil** et **Bourgeois**, présentée par M. Fremy.

« Jusqu'ici les arséniates hydratés que nous offre la nature n'ont été reproduits qu'en petit nombre : la pharmacolithe par M. Becquerel, la haidingérite par M. Debray, l'olivénite et l'adamine par MM. Friedel et

Sarrasin. Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie la synthèse de la scorodite, que les minéralogistes considèrent comme un arséniate de sesquioxyde de fer hydraté, ayant pour formule $Fe^2O^3, AsO^5, 4HO$.

» Pour obtenir la scorodite, nous traitons le fer par une dissolution concentrée d'acide arsénique dans un tube scellé, chauffé vers 140°-150°. Le fil de fer, forme sous laquelle nous employons le métal, se recouvre, après quelques heures, d'une matière gélatineuse grise qui est assez abondante pour faire prendre le liquide en masse. Ce corps est un mélange d'arséniate de sesquioxyde de fer amorphe et d'acide arsénieux en très petits cristaux. L'action continuant, la matière gélatineuse disparaît peu à peu pour se transformer en scorodite, en même temps qu'il s'en forme une nouvelle quantité bientôt transformée à son tour, et cela jusqu'à ce que la dissolution d'acide arsénique soit trop étendue pour que l'attaque du fer se produise, ce qui arrive après huit jours de chauffe environ.

» La dissolution d'acide arsénique qui nous a donné les meilleurs résultats est celle contenant 50 pour 100 d'acide anhydre. A l'ouverture du tube on n'observe aucun dégagement gazeux; le liquide ne contient plus qu'une petite quantité d'acide arsénique et le fil de fer est recouvert de très beaux cristaux de scorodite, d'une couleur vert bleuâtre, ainsi que de gros cristaux d'acide arsénieux. Pour les séparer, nous traitons le mélange à froid et pendant quelques heures par de l'ammoniaque concentrée, qui dissout l'acide arsénieux sans toucher à la scorodite; puis nous séparons par lévigation les petits fragments de fil de fer dont elle est quelquefois souillée. Ces cristaux sont identiques à la scorodite naturelle, ainsi que le montre la comparaison ci-dessous.

» *Scorodite artificielle.* — Densité : 3,28.

» Chaleur spécifique : 0,1936.

» Inattaquable par les acides sulfurique et azotique; entièrement soluble dans l'acide chlorhydrique bouillant; attaquable à froid par la potasse concentrée, avec formation de sesquioxyde de fer.

» A l'analyse elle nous a donné :

	Trouvé.	Calculé. ($Fe^2O^3, AsO^5, 4HO$).
Fe^2O^3	35,21	34,63
AsO^5	49,61	49,78
HO	15,55	15,58
	100,37	99,99

» Le petit excès de fer que donne la scorodite artificielle, excès que Berzélius avait déjà

observé en analysant des échantillons de scorodite du Brésil, l'avait porté à croire que ce minéral contenait un peu de protoxyde de fer, et il lui avait donné la formule

$$2FeO, AsO^5(Fe^2O^3AsO^5)^2 12HO.$$

» Nous reviendrons sur ce point, difficile à décider, dans une prochaine Communication.

» *Scorodite naturelle*. — Densité : 3,1 à 3,3.

» Chaleur spécifique : 0,1940.

» Inattaquable par les acides sulfurique et azotique; entièrement soluble dans l'acide chlorhydrique; attaquable par la potasse, etc.

» Forme cristallographique :

Scorodite naturelle.	*Scorodite artificielle.*
Faces principales : g^1, h^1, m, $b^{\frac{1}{2}}$.	Faces principales : $b^{\frac{1}{2}}$
Faces secondaires : g^3, b^1.	Faces secondaires : $a^{\frac{1}{2}}$, e^2, a^1, g^3, p, h^1.
Angles des faces $b^{\frac{1}{2}}$ (Des Cloizeaux) : 114°34', 103°5', 110°58'.	Angles des faces $b^{\frac{1}{2}}$: 114°24', 102°9', 112°18'.
Axes : 1,1510 : 1 : 1,0975.	Axes : 1,1600 : 1 : 1,1281.
$g^3g^3 = 120°10'$, $a^{\frac{1}{2}}a^{\frac{1}{2}} = 131°2'$, $e^2e^2 = 129°$ observés.	$g^3g^3 = 120°$, $a^{\frac{1}{2}}a^{\frac{1}{2}} = 132°10'$, $e^2e^2 = 127°47'$ observés.

» MM. Des Cloizeaux et Jannettaz ont bien voulu constater que la position et l'écartement des axes optiques sont les mêmes que dans le minéral naturel.

» Nous espérons que cette méthode nous permettra d'obtenir l'érythrine, l'annabergite et quelques autres arséniates hydratés [1]. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les caractères anatomiques du sang, particuliers aux anémies intenses et extrêmes.* Note de M. G. **Hayem**, présentée par M. Vulpian [2].

« Dans un travail antérieur [3], j'ai rangé sous le titre d'*aglobulie intense* les cas d'anémie caractérisés essentiellement par une richesse globulaire variant de 2000000 à 800000 et, sous celui d'*aglobulie extrême*, ceux dans lesquels cette richesse oscille de 800000 à 450000.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Fremy, au Muséum d'Histoire naturelle, et sous sa bienveillante direction.

(2) Complément des Notes publiées dans les *Comptes rendus* en juillet 1876.

(3) *Des degrés d'anémie* (*Bulletins de la Société médicale des hôpitaux*, 8 avril 1877; *Union médicale*, 28 et 30 avril).

» Outre les altérations que j'ai déjà décrites, on peut observer dans ces deux derniers degrés de l'aglobulie diverses modifications spéciales portant sur les éléments figurés.

» I. Lorsqu'on dessèche rapidement le sang normal, étalé en couche mince sur une lame de verre, et qu'on recouvre les éléments ainsi fixés à l'aide d'une lamelle protectrice, les hématies et les hématoblastes se conservent indéfiniment sans perdre leur hémoglobine. Au contraire, dans les préparations du même genre faites avec le sang d'individus atteints d'aglobulie intense, on voit assez souvent les hématoblastes et un certain nombre de globules rouges s'entourer, au bout d'un ou de plusieurs jours, d'un cercle de petits cristaux qui restent d'abord isolés, puis se réunissent, en général, en formant une arborisation plus ou moins étendue et élégante.

» Cette formation de cristaux ne paraît avoir aucun rapport avec le genre d'anémie; elle se montre dans les cas les plus variés (intoxication saturnine, cachexie cancéreuse, pertes sanguines, etc.).

» Chez les animaux rendus anémiques à l'aide d'hémorrhagies répétées, non seulement les hématies deviennent pâles, mais un certain nombre d'entre elles ainsi que d'hématoblastes acquièrent également la propriété de se résoudre, dans les préparations faites par dessiccation, en arborisations cristallines. Le sang d'une tortue rendue ainsi anémique m'a donné de très belles productions de ce genre.

» Les cristaux qui se forment dans ces conditions sont très petits; ils ne mesurent que 2 à 5 μ; ils sont jaunâtres, à peu près de la même couleur que les hématies desséchées, assez variables quant à leur forme et de même apparence chez l'homme que chez les animaux.

» M. Fouqué, qui a bien voulu les examiner, a constaté qu'ils sont sans action sur la lumière polarisée et qu'ils échappent ainsi à une détermination rigoureuse.

» En cherchant l'explication de ces productions, j'ai remarqué que les hématoblastes de la lymphe se transforment presque tous, en se desséchant, en petits cristaux semblables à ceux du sang des anémiques, et que dans les préparations sèches de la lymphe du chien, ainsi que dans celles du suc des ganglions lymphatiques de divers animaux (chien, lapin, cochon d'Inde, chat), on retrouve des arborisations cristallines absolument semblables.

» II. Dans les mêmes cas d'anémie, lorsqu'on examine du sang pur et frais étalé en couche mince, on remarque que certains globules blancs contiennent une quantité anomale d'hémoglobine, sans perdre pour cela leurs propriétés et en particulier leur contractilité amœboïde. Les préparations

obtenues par dessiccation renferment alors des corpuscules tout particuliers. Ce sont des éléments régulièrement arrondis ou ovalaires, mesurant de 9 à 14 μ de diamètre et offrant une coloration jaunâtre, parfois presque aussi prononcée, surtout sur les bords, que celle des hématies; ils sont aplatis par la dessiccation, mais conservent cependant une assez grande épaisseur et sont par suite entourés comme les globules rouges d'un cercle noir dû à la réfraction de la lumière.

» Au premier abord, on pourrait les prendre pour des globules rouges volumineux (quelques-uns ne dépassent pas le diamètre des globules géants); mais ils en diffèrent nettement 1° par l'absence de biconcavité, 2° par l'état finement granuleux de leur substance et 3° par la présence dans leur intérieur d'un ou de plusieurs noyaux absolument semblables à ceux des autres globules blancs.

» Ce sont très certainement des globules blancs qui, grâce à leur contenu en hémoglobine, se sont desséchés à la façon des hématies, c'est-à-dire en conservant une assez grande épaisseur, une coloration bien nette et, de plus, un diamètre sensiblement le même que celui qu'ils possèdent dans le sang frais et fluide. Parfois certains de ces éléments sont si colorés que la masse nucléaire s'aperçoit à peine, surtout au moment où la préparation vient d'être faite.

» Ces globules blancs à contenu coloré se rencontrent beaucoup plus fréquemment que les formations cristallines précédemment indiquées. Depuis l'année 1875, où je les ai remarqués pour la première fois, j'en ai constaté la présence dans tous les cas d'anémie intense ou extrême, quelle que fût d'ailleurs la cause de l'anémie. Ils sont absolument semblables à ceux que l'on trouve dans la lymphe recueillie chez les animaux, soit dans les ganglions, soit dans le canal thoracique.

» III. Dans certains cas d'aglobulie extrême, on voit des éléments un peu différents des précédents. Ce sont encore des globules blancs chargés d'hémoglobine, mais à un degré plus prononcé encore. Traités par un liquide qui fixe les globules du sang, tel que celui que j'emploie pour effectuer la numération de ces éléments, ils se présentent sous la forme d'un corpuscule irrégulièrement sphérique, à surface jaunâtre, chatoyante et plissée. Ils paraissent constitués par une partie externe hémoglobique, qui, en se rétractant sous l'influence du réactif, laisse échapper parfois une masse granuleuse, en grande partie nucléaire. A l'état sec, ils sont presque toujours régulièrement arrondis, plus rarement légèrement ovalaires et composés d'un anneau coloré aussi fortement que le disque des hématies, anneau qui entoure un noyau granuleux et arrondi. On croirait avoir sous les yeux un globule rouge nucléé d'ovipare.

» Cette variété d'élément est rare; je ne l'ai encore rencontrée, depuis l'année 1875, que dans deux cas, chez des malades atteints de cancer de l'estomac et tombés dans un état d'anémie extrême. On trouve son analogue à l'état sain dans la lymphe et la moelle rouge des os.

» Il y a lieu de se demander si ce n'est pas à des éléments de ce genre que s'applique la description des prétendus globules rouges à noyau, signalés par quelques auteurs dans la leucocythémie et l'anémie dite pernicieuse, progressive, et considérés comme des formes intermédiaires aux globules blancs et aux hématies.

» IV. Enfin, dans les cas dont il est ici question, les petits globules blancs du sang sont presque toujours plus abondants qu'à l'état normal et parfois d'un diamètre si exigu, que quelques-uns atteignent à peine 5 à 6 μ, c'est-à-dire les dimensions des plus petits globules blancs de la lymphe.

» On voit donc que, dans l'aglobulie très intense et dans l'aglobulie extrême, le sang contient des éléments n'existant habituellement que dans la lymphe et les organes lymphatiques; il devient en quelque sorte lymphatique, c'est-à-dire qu'il est constitué par un mélange de sang proprement dit et de lymphe.

» Loin de considérer les corpuscules colorés et à noyau que nous avons décrits comme des formes de transition entre les globules blancs et les hématies, nous y voyons, au contraire, la preuve d'un arrêt dans la fonction hématopoïétique et un caractère essentiel de l'anémie poussée à ses dernières limites.

» Lorsque dans ces circonstances l'état des malades s'améliore et que le sang se répare, les corpuscules blancs colorés disparaissent, et en même temps il se produit un nombre considérable d'hématoblastes et d'éléments intermédiaires aux hématoblastes et aux hématies.

» En énonçant que les hématoblastes sont toujours les précurseurs des hématies de nouvelle formation, j'ajoute que cette proposition s'appuie sur plus de cinquante cas de réparation hématique observée à la suite des maladies les plus diverses. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les mouvements de l'utérus.* Note de M. **Polaillon**, présentée par M. Vulpian.

« En faisant communiquer un appareil enregistreur et un manomètre avec le ballon qui est introduit dans l'utérus pour provoquer l'accouchement chez certaines femmes vicieusement conformées, j'ai obtenu le tracé des mouvements intra-utérins et j'ai mesuré leur force.

» La contraction utérine produit un mouvement régulier et sans secousse comme les contractions des muscles de la vie végétative. Elle est remarquable par sa durée, qui est presque de deux minutes. Elle se divise en deux périodes : l'une, qui est représentée sur les tracés par l'ascension de la courbe, est le resserrement de l'utérus; l'autre, qui se traduit par la descente de cette même courbe, est son relâchement. La première période emploie une fois moins de temps pour s'accomplir que la seconde.

» La durée de la sensation douloureuse est environ la moitié de la durée totale de la contraction. La douleur commence lorsque la contraction produit une pression déjà notable ($12^{mm},25$ de mercure dans nos expériences); elle augmente à mesure que la pression s'accroît, et elle disparaît lorsque la pression décroissante est arrivée un peu au-dessous du point où elle a commencé ($10^{mm},45$ de mercure).

» Les battements du cœur n'arrivent pas jusque dans l'utérus; mais les mouvements du diaphragme et des muscles abdominaux, ainsi que les pressions extérieures, se transmettent dans sa cavité et produisent des courbes accessoires qui compliquent le graphique propre à la contraction.

» Les mouvements de la respiration calme font à peine sentir leur influence. Ils ne produisent que des pressions très faibles, qui varient entre 5^{mm}, 10^{mm} et 20^{mm} d'eau. Mais les grands mouvements qui sont nécessaires pour respirer profondément, pour tousser, rire, crier, pour faire un effort quelconque, élèvent la pression jusqu'à 50^{mm} et 60^{mm} de mercure. Bien que la femme respire d'après le type costo-supérieur, l'inspiration ne produit pas une aspiration vers la poitrine, comme chez certains animaux qui respirent par les mouvements du thorax. L'inspiration, même la plus étendue, amène toujours chez la femme une augmentation de pression dans les organes abdominaux.

» Lorsque le ballon explorateur est placé dans le fond du vagin au lieu d'être placé dans la cavité utérine, les mouvements communiqués produisent des tracés dont l'amplitude est notablement plus considérable dans le premier que dans le second cas. Il résulte de ce fait que l'utérus atténue pour l'œuf les secousses du diaphragme, les ébranlements de la locomotion et les chocs extérieurs.

» J'ai calculé que dans une de mes expériences la force spécifique de l'utérus était de 178. Elle est, par conséquent, très inférieure à la force spécifique des muscles striés de l'homme, qui est de 1087.

» Enfin le contenu de l'utérus est soumis à une pression invariable (de 35^{mm} de mercure en moyenne) en l'absence de toute contraction. »

M. H. Macagno adresse deux Notes relatives, l'une à la composition de l'air, déterminée à Palerme, en divers points de la ville; l'autre, à la production du tannin dans les feuilles de sumac.

Suivant l'auteur, les feuilles de sumac placées à l'extrémité supérieure des tiges sont toujours plus riches en acide tannique que celles de la base; à mesure que la plante vieillit, la quantité de cet acide diminue. S'il y a avantage à retarder la récolte, c'est que la décroissance dans la proportion de tannin que contiennent les feuilles est largement compensée par la quantité totale du produit.

M. Grignard adresse une Note relative à une loi approximative comprenant les résultats obtenus par Regnault sur les tensions de la vapeur d'eau aux diverses températures.

M. E. Gentet adresse une Note concernant diverses expériences sur la production de la lumière électrique.

M. L. Hugo adresse une Note relative aux cristallisations observées dans le givre.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 janvier 1880.

Annuaire pour l'an 1880, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-18.

Traité de Mécanique générale, comprenant les leçons professées à l'Ecole Polytechnique et à l'Ecole nationale des Mines; par H. Resal. T. V. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-8°.

Crétin, crétinisme et goître endémique; par MM. les Drs Baillarger et Krishaber. Paris, G. Masson et P. Asselin, 1879; in-8°. (Extrait du *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales.*)

Les droits de tous. Principes fondamentaux sur les rapports de l'Eglise et de l'Etat, etc.; par M. l'abbé MOIGNO. 2[e] édition. Paris, Blériot, 1880; in-18.

Les Staphylinides des Moluques et de la Nouvelle-Guinée; par A. FAUVEL. Deuxième Mémoire. Genova, tipogr. del R. Istituto Sordo-Muti 1879; in-8°.

Observations météorologiques publiées par la Société des Sciences de Finlande; année 1877. Helsingfors, impr. de la Société littéraire finlandaise, 1879; in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du D[r] RENARD; année 1879, n° 2. Moscou, A. Lang, 1879; in-8°.

L'urine normale et pathologique; les calculs urinaires. Histoire médicale, analyse chimique; par le D[r] C. MÉHU. Paris, Asselin et C[ie], 1880; in-8°.

Observations de Poulkova, publiées par OTTO STRUVE. Vol. IX : *Mesures micrométriques des étoiles doubles.* Saint-Pétersbourg, 1878; in-4°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; 7[e] série, t. XXV, n° 5. Saint-Pétersbourg, 1877; in-4°.

Repertorium für Meteorologie, herausgegeben von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, redigirt von D[r] H. WILD. Saint-Pétersbourg, 1878; in-4°.

Annalen des physikalischen Central-Observatoriums, herausgegeben von H. WILD. Jahrgang, 1877; Saint-Pétersbourg, 1878; in-4°.

Russische Expeditionen zur Beobachtung des Venus-Durchgangs 1874. Abtheilung II, n° 1 : *Bearbeitung der photographischen Aufnahmen im hafen Possiet, von* D[r] B. HASSELBERG. Saint-Pétersbourg, 1877; in-4°. (Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

Bulletin et Mémoires de l'Université impériale de Kasan; 1878, n[os] 1 à 6. Kasan, 1878; 6 livr. in-8°, en langue russe.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 JANVIER 1880.

Direction générale des Douanes. Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1878. Paris, Impr. nationale, 1879; in-4°.

Commission supérieure pour l'étude des questions relatives à la mise en communication par voie ferrée de l'Algérie et du Sénégal avec l'intérieur du Soudan; première session (1879-1880). *Compte rendu des séances : première, deuxième et troisième séances. Présidence de M. de Freycinet.* Paris, Imprimerie nationale, 1879; 3 br. in-4°.

Commission supérieure pour l'étude des questions relatives à la mise en communication par voie ferrée de l'Algérie et du Sénégal avec le Soudan; troisième

Sous-Commission (Explorations). Instructions pour les explorateurs. Séance du 24 octobre 1879. Sans lieu ni date; 2 br. in-4° autogr.

Système de construction des paquebots à vapeur ou autres. Bateau-salon et canots assurant le sauvetage des passagers, etc.; par F.-F. Lemoine. Paris, impr. Bugniot, sans date; in-4°.

Loi de la perfectibilité humaine au point de vue du langage et des beaux-arts; par M. J. Rambosson. Paris, A. Picard, 1879; br. in-8°. (Extrait du *Recueil des séances et travaux de l'Académie des Sciences morales et politiques.*)

Sur les formes vibratoires des corps solides et des liquides. Premier Mémoire: *Plateaux circulaires; par* C. Decharme. Angers, impr. Lachèse, 1879; br. in-8°.

Physique. Notes sur divers sujets : Acoustique, Thermochimie, Electricité, Météorologie; par C. Decharme. Angers, impr. Lachèse, 1879 ; br. in-8°.

Mélanges physiques et chimiques tirés du Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, t. XI : *Beitrag zur Kenntniss der geologischen und physiko-geographischen Verhältnisse der aralo-kaspischen Niederung; von* dem Akademiker Gr. V. Helmersen. Saint-Pétersbourg, 1879; br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCLXXVII, 1879-1880; serie terza, *Transunti,* vol IV, fasc. 1°, dicembre 1879. Roma, Salviucci, 1880; in-4°.

Reale Accademia dei Lincei. Sul potere assorbente, sul potere emissivo termico delle fiamme e sulla temperatura dell'arco voltaico. Memoria del S. Fr. Rossetti. Roma, Salviucci, 1879; in-4°.

Conclusioni di una Memoria del Prof. G. Uzielli : *Sulle argille scagliose dell'Appennino.* Roma, tipogr. Barbera. (Estratto dal *Bollettino del R. Comitato geologico.*) (Présenté par M. Daubrée.)

On photographing the spectra of the stars and planets; by H. Draper. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (From *The american Journal of Science and Arts,* vol. XVIII, dec. 1879.)

On the coincidence of the bright lines of the oxygen spectrum with bright lines in the solar spectrum; by H. Draper. (From *The american Journal of Science and Arts,* vol. XVIII, octob. 1879.)

The sequence and duration of the cardiac movements; by G. A. Gibson. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (From *The Journal of Anatomy and Physiology,* vol. XIV.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 FÉVRIER 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. le général *Morin*, doyen de la Section de Mécanique, s'exprime comme il suit :

« Depuis la dernière séance de l'Académie, et ainsi que le faisaient pressentir les nouvelles qui nous avaient été données, nous avons eu la douleur de perdre M. le général Morin, dont les obsèques viennent d'avoir lieu.

» Voici la lettre qui a été adressée par son fils, M. le colonel Morin, au Président de l'Académie :

« Paris, le 7 février 1880.

« Monsieur le Président,

« Je remplis un douloureux devoir en vous faisant part de la mort de mon père, le général Morin, décédé ce matin au Conservatoire.

» Recevez, etc.

» Le lieutenant-colonel
J. Morin. »

Sur la proposition de M. le Président, d'accord avec le bureau, l'Académie décide que la séance sera levée aussitôt après le dépouillement de la Correspondance.

DISCOURS PRONONCÉ AUX FUNÉRAILLES DE M. MORIN

PAR M. TRESCA,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES ET DU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS.

« MESSIEURS,

» Je viens, tout à la fois, au nom de l'Académie des Sciences et au nom du Conservatoire des Arts et Métiers, remplir, auprès de cette tombe de l'homme de bien que j'ai le plus aimé, la plus douloureuse de toutes les missions.

» Le général Morin, à qui vous êtes venus rendre les derniers devoirs, appartenait à l'Académie des Sciences dès l'année 1843 et était six ans après Directeur du Conservatoire des arts et métiers. Dans ces deux positions se reflètent les aspirations de sa jeunesse. Sorti de l'École Polytechnique en 1815, à une époque un peu indécise quant à sa carrière, il s'était adonné pendant quelque temps à l'industrie des forges, mais il revint bientôt à ses épaulettes d'officier d'artillerie, qui lui permirent, à l'École de Metz, d'exercer heureusement ses aptitudes scientifiques, d'abord comme adjoint de Poncelet, qu'il devait retrouver plus tard à l'Académie avec Piobert, artilleur comme lui, et qui l'avait précédé de quelques années.

» Ces hommes considérables, dont on a pu dire, en d'autres termes, qu'ils étaient trois intelligences sous la même égide, se trouvaient unis dans une active collaboration. Poncelet, le plus illustre des trois et le véritable fondateur de la Mécanique appliquée, avait ouvert magistralement la voie. Piobert, plus réservé, mais non moins sûr dans ses conceptions théoriques, avait déjà devancé Prony par l'indication d'une première méthode conduisant à la mesure expérimentale du travail. Morin, le plus jeune des trois, moins exigeant au point de vue de l'Analyse mathématique, était en même temps plus essentiellement pratique.

» Continuateur de Coulomb, quel labeur n'a-t-il pas dépensé à la recherche des coefficients numériques relatifs au frottement, au tirage des voitures, au choc des corps mous, à celui des projectiles, à l'effet utile des principaux récepteurs hydrauliques, coefficients dont l'application est devenue depuis lors, et d'après lui, mais depuis lors seulement si familière?

» Son dynamomètre et son *Aide-mémoire* ont contribué dans une grande mesure au développement des arts mécaniques en France; ils répondaient

véritablement aux besoins d'une époque à laquelle les vrais principes n'étaient pas encore appliqués dans leur exacte mesure.

» L'*Aide-mémoire,* si populaire en France, n'a été traduit ou copié en cinq langues différentes que parce qu'il indiquait pour chaque problème sa solution vraiment pratique. Il se rattachait d'ailleurs étroitement, dans ses éditions successives, aux Leçons de Mécanique générale, publiées pour la première fois en 1840 et complétées bientôt par les Volumes relatifs aux moteurs hydrauliques, aux pompes, aux machines à vapeur, et plus tard à la résistance des matériaux et à la ventilation.

» Un seul mot suffira pour caractériser son mode de travail toujours basé sur l'observation : il s'agit de savoir si la traction des véhicules varie suivant une loi déterminée; il invente et construit les appareils de mesure nécessaires, et il reconnaît que le tirage est proportionnel au diamètre des roues; d'autres disaient à sa racine carrée; Piobert inclinait, par des considérations théoriques, pour un exposant intermédiaire; Morin, pour résoudre la question sans conteste, essaye tous les types des roues en usage et peut clore la discussion en faisant couronner par l'Académie la série tout entière de ses chiffres. Que dis-je, ses chiffres? il se remet au travail, fatigue les routes qu'il parcourt avec ses interminables convois pesamment chargés, et va trouver, jusque dans le cubage de leurs détériorations, la contre-preuve de ses affirmations premières.

» Les premiers travaux du capitaine Morin lui avaient valu la succession de Poncelet à l'École de Metz; en 1839, il fut tout étonné d'apprendre que, sans avoir même été consulté, il n'avait plus qu'à accepter la chaire de Mécanique appliquée qui venait d'être créée pour lui au Conservatoire des arts et métiers.

» C'est là surtout que, dans les avis qui lui étaient chaque jour demandés et qu'il donnait avec une extrême bienveillance, il a exercé ce don de première vue qui caractérisait plus spécialement son esprit, et qui lui permettait de juger en toute assurance chacune des questions de Mécanique qui lui étaient déférées. Tel nous l'avons vu d'ailleurs à la Société centrale d'Agriculture et à la présidence de la Société des Ingénieurs civils.

» C'est dans ces conditions favorables que les suffrages de l'Académie des Sciences le mirent en possession du fauteuil laissé vacant par Coriolis, celui de nos savants auquel revient l'honneur d'avoir définitivement consacré la notion précise du travail mécanique, que le nouveau titulaire avait si souvent mesuré. C'est ainsi que les anneaux de la science se forment et se juxtaposent, jusqu'à ce que la doctrine soit immuablement fondée.

» Devenu à son tour notre doyen dans la Section de Mécanique, il aurait dû être accompagné jusqu'ici par son condisciple et ami M. de Saint-Venant, que les fatigues d'un voyage et peut-être aussi la crainte d'une émotion trop naturelle ont décidé à se reposer sur nous de ce soin.

» Appelé, à la suite des événements de 1848, à la direction du Conservatoire, le colonel Morin devait y trouver l'occasion de rendre à l'Industrie et à la Science de nouveaux services, en s'occupant successivement des questions variées dont il nous serait impossible de faire ici la seule énumération.

» Nous dirons seulement quelques mots de celle qui l'a plus particulièrement occupé dans ces derniers temps.

» En 1869, le général Morin avait réussi à faire instituer une Commission internationale pour l'exécution d'étalons métriques de haute précision. Ce travail, auquel il a donné les soins les plus assidus et dans lequel il ne pouvait se dispenser d'apporter toutes les exigences de son patriotisme sévère, était entre tous celui qu'il tenait le plus à terminer avant de mourir. Déjà les rangs de nos éminents collaborateurs s'étaient bien éclaircis : Laugier, Delaunay, Mathieu, Le Verrier, quel assemblage de noms illustres nous avaient été enlevés avant l'heure! Le général Morin, à leur suite, n'a pu qu'entrevoir l'achèvement des dernières opérations. Les mètres qui ont été construits sous son contrôle immédiat sont dès maintenant des monuments de la Science française, signés de nos larmes et datés de sa fin.

» Nos confrères de l'Institut aimaient en lui la droiture assurée de ses relations : il prenait souvent la parole dans les discussions, avec une allure toute militaire et simple, et je n'ai pas à leur demander s'ils oublieront jamais la verve et l'entrain avec lesquels le général Morin, faisant tout récemment appel à l'esprit scientifique qu'il est si désirable d'entretenir chez nos officiers des armes spéciales, réclamait patriotiquement une place, devenue vacante parmi nous, en faveur de la Géodésie française, qui, suivant l'heureuse expression de notre savant Secrétaire perpétuel, venait d'accomplir une action d'éclat. C'est certainement la seule fois que j'aie vu se produire dans un de nos Comités secrets de véritables applaudissements.

» Au plus fort de sa maladie il me disait à cette occasion : « Boussingault a prétendu que j'étais un caractère. » Un caractère, c'était déjà beaucoup à l'âge auquel était arrivé le général Morin, mais ce qui est plus rare encore, c'est que c'était un caractère dans lequel le cœur n'avait pas vieilli.

» Au nom de tous nos collègues du Conservatoire dont il était le véritable ami, il nous suffira de rappeler les deux dates de 1848 et de 1880 : l'étude de l'installation des machines en mouvement, qui devaient parler aux

yeux du public le plus avide d'instruction, signale la première de ces dates; l'autre nous montre tous les services en plein fonctionnement et les bâtiments sur la rue Saint-Martin presque terminés.

» Sans doute ce développement est principalement dû à l'intérêt que les pouvoirs publics n'ont cessé de porter à la cause de l'enseignement populaire, mais pour combien aussi doit être compté l'esprit de suite du Directeur et la confiance respectueuse que lui avaient vouée la plupart de nos principaux industriels, dont il avait su faire valoir les droits dans toutes nos grandes expositions !

» Pendant son administration, la valeur des collections du Conservatoire s'est élevée de 1 million à 3 millions de francs; elles ont été mises dans un ordre parfait, et c'est à son initiative que l'on est aussi redevable de la création successive de quatre nouveaux cours publics, comprenant les constructions civiles, l'économie de nos manufactures, la filature et le tissage, la teinture, la céramique et la verrerie, qui sont venus compléter, au point de vue de l'enseignement des sciences appliquées, les services rendus par l'institution dans laquelle le dévoué Directeur s'était en quelque sorte personnifié.

» Le général était en outre le lien le plus sympathique entre le Conservatoire et les principales écoles techniques, qui ont voulu lui rendre avec nous un dernier hommage : l'École Centrale des Arts et Manufactures, que sa prochaine installation doit bientôt rapprocher de nous, l'Institut national agronomique, qui a pris naissance dans l'établissement même, les Écoles d'arts et métiers, qu'il affectionnait d'une façon toute particulière. Leurs représentants se sont souvenus qu'au Conseil supérieur de l'instruction publique, où il a siégé pendant plus de dix ans, à la Commission de réorganisation de l'École Polytechnique, comme aussi au Conseil supérieur de l'enseignement technique, et partout ailleurs, il avait été le plus ferme champion de l'introduction plus généralisée des sciences appliquées dans les écoles industrielles de tous les degrés. Depuis 1862, et surtout depuis l'enquête officielle dont il avait été chargé en Allemagne, il n'a cessé de poursuivre dans cette direction, par tous les moyens en son pouvoir, l'exécution des mesures libérales dont il espérait, depuis quelques mois surtout, la prochaine réalisation.

» Je dois encore citer un trait qui appartient à l'histoire du Conservatoire : c'était en décembre 1851. Les droits de l'un de nos plus éminents confrères avaient été sacrifiés. Le colonel Morin, qui n'était pas encore en possession du prestige de la haute position de ses derniers temps, court

chez le Ministre, lui affirme et réussit à lui démontrer que sa religion a été surprise, et parvient à faire rapporter le soir même le décret fâcheux qui, déjà transmis au *Moniteur*, n'y a jamais été publié.

» Nous retrouverions dans sa carrière plusieurs autres mouvements d'équité du même ordre, quoique de moindre importance.

» Ce n'est point ici que nous pourrions songer à trahir le moindre secret de famille; mais il faut cependant que vous sachiez comment le général Morin comprenait, pour son propre compte, les tendresses du foyer domestique. Toute cette année, à l'âge de quatre-vingt-quatre ans, il réapprenait presque en cachette ses Mathématiques élémentaires, qu'il était bien en droit d'avoir un peu négligées; par tous les temps et deux fois par semaine, il allait en faire leçon à son petit-fils, qui se prépare aux examens de l'École de Saint-Cyr. Encore n'avons-nous surpris la vérité qu'au sujet de quelques points sur lesquels le trop bon maître n'était pas assez sûr de lui.

» Voilà, Messieurs, celui que nous avons perdu. Pendant près de trente ans il m'a été donné de vivre à côté de lui, de recevoir chaque jour ses conseils et d'admirer l'esprit de sagesse et d'indépendance qui dictait toutes ses déterminations. Ah! je le connaissais bien, et je ne me laisse pas entraîner par la reconnaissance lorsque je rappelle que notre excellent général nous a donné l'exemple de toutes les qualités du caractère et de la pratique du devoir accompli.

» Savant, sa carrière a été laborieuse, utile et bien remplie; il y est arrivé au premier rang.

» Soldat, il a su faire son devoir en toutes circonstances, sur le champ de bataille comme dans les conseils; les premiers grades se sont fait attendre sans qu'il s'en plaignît; les plus élevés, au contraire, l'ont pour ainsi dire attendu.

» Administrateur, son passage a été fécond en œuvres sérieuses, et le Conservatoire des arts et métiers, tout seul, suffirait à l'honneur de sa mémoire.

» Sa vie précieuse a été couronnée de ces trois auréoles, auxquelles est venue se joindre celle de l'homme de conscience et de foi sincère, qui a su mettre toujours sa conduite en parfait accord avec ses convictions.

» Nous remercions sa famille d'avoir bien voulu nous permettre d'exprimer devant elle toute notre douleur pendant les déchirements du dernier adieu. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les maladies virulentes, et en particulier sur la maladie appelée vulgairement* choléra des poules; par M. **Pasteur**.

« Les maladies virulentes comptent parmi les plus grands fléaux. Pour s'en convaincre, il suffit de nommer la rougeole, la scarlatine, la variole, la syphilis, la morve, le charbon, la fièvre jaune, le typhus, la peste bovine.

» Cette liste, déjà si chargée, est loin d'être complète. Toute la grande Pathologie est là.

» Aussi longtemps qu'ont régné les idées de Liebig sur la nature des ferments, les virus furent considérés comme des substances livrées à un mouvement intestin, capable de se communiquer aux matériaux de l'organisme et de transformer ces derniers en virus de même nature. Liebig n'ignorait pas que l'apparition des ferments, leur multiplication et leur puissance de décomposition offrent avec les phénomènes de la vie des rapprochements saisissants; mais ce n'est là, disait-il dans l'Introduction de son Traité de Chimie organique, qu'un mirage trompeur.

» Toutes les expériences que j'ai communiquées depuis vingt-trois ans à cette Académie ont concouru, soit directement, soit indirectement, à démontrer l'inexactitude des opinions de Liebig. Une méthode pour ainsi dire unique m'a servi de guide dans l'étude des organismes microscopiques. Elle consiste essentiellement dans la culture de ces petits êtres à l'état de pureté, c'est-à-dire dégagés de toutes les matières hétérogènes mortes ou vivantes qui les accompagnent. Par l'emploi de cette méthode les questions les plus ardues reçoivent parfois des solutions faciles et décisives. Je rappellerai une des premières applications que j'en ai faites (1857-1858). Les ferments, disait Liebig, sont toutes ces matières azotées de l'organisme, fibrine, albumine, caséine, etc., dans l'état d'altération qu'elles éprouvent par l'effet du contact de l'air. On ne connaissait pas de fermentation où de telles matières ne fussent présentes et agissantes. La spontanéité était partout invoquée dans l'origine et la marche des fermentations comme dans celles des maladies. Afin de démontrer que l'hypothèse du savant chimiste allemand n'était, à son insu, pour me servir de son expression, qu'un mirage trompeur, je composai des milieux artificiels comprenant seulement de l'eau pure avec les substances minérales nécessaires

à la vie, des matières fermentescibles et les germes des ferments de ces diverses matières. Dans ces conditions, les fermentations s'accomplirent avec une régularité et une pureté, si l'on peut dire ainsi, qu'on ne trouvait pas toujours dans les fermentations spontanées de la nature. Toute matière albuminoïde se trouvant écartée, le ferment apparaissait comme un être vivant qui empruntait à la matière fermentescible tout le carbone de ses générations successives et au milieu minéral l'azote, le phosphore, le potassium, le magnésium, éléments dont l'assimilation est une des conditions indispensables de la formation de tous les êtres, grands ou petits.

» Dès lors, non seulement la théorie de Liebig n'avait plus le moindre fondement, mais les phénomènes de la fermentation se présentaient comme de simples phénomènes de nutrition, s'accomplissant dans des conditions exceptionnelles, dont la plus étrange et la plus significative, sans doute, est l'absence possible du contact de l'air.

» La Médecine humaine comme la Médecine vétérinaire s'emparèrent de la lumière que leur apportaient ces nouveaux résultats. On s'empressa notamment de rechercher si les virus et les contages ne seraient pas des êtres animés. Le Dr Davaine (1863) s'efforça de mettre en évidence les fonctions de la bactéridie du charbon, qu'il avait aperçue dès l'année 1850; le Dr Chauveau (1868) chercha à établir que la virulence était due aux particules solides antérieurement aperçues dans tous les virus; le Dr Klebs (1872) attribua les virus traumatiques à des organismes microscopiques; le Dr Koch (1876), par la méthode des cultures, obtint les corpuscules-germes de la bactéridie, semblables de tout point à ceux que j'avais signalés dans les vibrions (1865-1870), et l'étiologie de plusieurs autres maladies fut rapportée à l'existence de ferments microscopiques. Aujourd'hui, les esprits les plus rebelles à la doctrine de la théorie des germes sont ébranlés. Mais quelle obscurité pourtant voile sur plusieurs points la vérité!

» Dans la grande majorité des maladies virulentes, le virus n'a pu être isolé, encore moins démontré vivant, par la méthode des cultures et tout se réunit pour faire de ces inconnues de la Pathologie des causes morbides mystérieuses. L'histoire des maladies qu'elles provoquent présente également des circonstances extraordinaires, au nombre desquelles il faut mettre en première ligne l'absence de récidive. Quelle étrange circonstance! C'est à peine si l'imagination trouve à hasarder de ce fait une explication hypothétique ayant une base expérimentale quelconque. N'est-il pas plus surprenant encore d'observer que la vaccine, maladie virulente elle-même, mais bénigne, préserve et de la vaccine et d'une maladie plus grave, la petite vérole? Et ces faits sont connus dès la plus haute anti-

quité. La variolisation et la vaccination sont des pratiques connues dans l'Inde de temps immémorial, et, lorsque Jenner démontra l'efficacité de la vaccine, le peuple des campagnes où il exerçait la médecine savait que la picote des vaches, ou *cow-pox*, préservait de la variole. Le fait de la vaccine est unique, mais le fait de la non-récidive des maladies virulentes paraît général. L'organisme n'éprouve pas deux fois les effets de la rougeole, de la scarlatine, du typhus, de la peste, de la variole, de la syphilis, etc.; du moins l'immunité persiste pendant un temps plus ou moins long.

» Quoique l'humilité la plus grande soit une obligation en face de ces mystères, j'ose penser que l'Académie verra dans les faits que je vais avoir l'honneur de lui communiquer des éclaircissements inattendus sur les problèmes que soulève l'étude des maladies virulentes.

» Parfois se déclare dans les basses-cours une maladie désastreuse qu'on désigne vulgairement sous le nom de *choléra des poules*. L'animal en proie à cette affection est sans force, chancelant, les ailes tombantes. Les plumes du corps, soulevées, lui donnent la forme en boule. Une somnolence invincible l'accable. Si on l'oblige à ouvrir les yeux, il paraît sortir d'un profond sommeil et bientôt les paupières se referment, et le plus souvent la mort arrive sans que l'animal ait changé de place, après une muette agonie. C'est à peine si quelquefois il agite les ailes pendant quelques secondes. Les désordres intérieurs sont considérables. La maladie est produite par un organisme microscopique, lequel, d'après le Dictionnaire de Zundel, aurait été soupçonné en premier lieu par M. Moritz, vétérinaire dans la haute Alsace, puis mieux figuré en 1878 par M. Peroncito, vétérinaire de Turin, et enfin retrouvé en 1879 par M. Toussaint, professeur à l'École vétérinaire de Toulouse, qui a démontré, par la culture du petit organisme dans l'urine neutralisée, que celui-ci était l'auteur de la virulence du sang.

» Dans l'étude des maladies parasitaires microscopiques, la première et la plus utile condition à remplir est de se procurer un liquide où l'organisme infectieux puisse se cultiver facilement et toujours sans mélange possible avec d'autres organismes d'espèces différentes. L'urine neutralisée qui m'avait servi avec tant de succès pour démontrer qu'une culture répétée quelconque de la bactéridie de Davaine était bien le virus charbonneux (1877, Pasteur et Joubert) remplit ici très mal le double but dont il s'agit. Mais un milieu de culture merveilleusement approprié à la vie du microbe du choléra des poules est le bouillon de muscles de poule, neutralisé par la potasse et rendu stérile par une température supérieure à 100° (110° à 115°). La facilité de multiplication

de l'organisme microscopique dans ce milieu de culture tient du prodige. En quelques heures le bouillon le plus limpide commence à se troubler et se trouve rempli d'une multitude infinie de petits articles d'une ténuité extrême, légèrement étranglés à leur milieu, et qu'à première vue on prendrait pour des points isolés. Ces petits articles n'ont pas de mouvement propre; ils font certainement partie d'un tout autre groupe que celui des vibrions. J'imagine qu'ils viendront se placer un jour auprès des virus, aujourd'hui de nature inconnue, lorsqu'on aura réussi à cultiver ces derniers, comme j'espère qu'on est à la veille de le faire.

» La culture de notre microbe présente des particularités fort intéressantes.

» Dans mes études antérieures, un des milieux de culture que j'ai utilisés avec le plus de succès est l'eau de levûre, c'est-à-dire une décoction de levûre de bière dans de l'eau, amenée par la filtration à un état de parfaite limpidité, puis rendue stérile par une température supérieure à 100°. Les organismes microscopiques les plus divers s'accommodent de la nourriture que leur offre ce liquide, surtout s'il a été neutralisé. Par exemple, vient-on à y semer la bactéridie charbonneuse, elle y prend en quelques heures un développement surprenant. Chose étrange, ce milieu de culture est tout à fait impropre à la vie du microbe du choléra des poules; il y périt même promptement, en moins de quarante-huit heures. N'est-ce pas l'image de ce qu'on observe quand un organisme microscopique se montre inoffensif pour une espèce animale à laquelle on l'inocule? Il est inoffensif parce qu'il ne se développe pas dans le corps de l'animal, ou que son développement n'atteint pas les organes essentiels à la vie.

» La stérilité de l'eau de levûre ensemencée par le microbe qui nous occupe offre un moyen précieux de reconnaître la pureté des cultures de cet organisme dans le bouillon de poule. Une culture pure ensemencée dans l'eau de levûre ne donne aucun développement : l'eau de levûre reste limpide. Elle se trouble et se cultive, dans le cas contraire, par les organismes d'impureté.

» Je passe à une particularité plus singulière encore de la culture du microbe auteur du choléra des poules. L'inoculation de cet organisme à des cochons d'Inde est loin d'amener la mort aussi sûrement qu'avec les poules. Chez les cochons d'Inde, d'un certain âge surtout, on n'observe qu'une lésion locale au point d'inoculation, qui se termine par un abcès plus ou moins volumineux. Après s'être ouvert spontanément, l'abcès se referme et guérit sans que l'animal ait cessé de manger et d'avoir toutes

les apparences de la santé. Ces abcès se prolongent souvent pendant plusieurs semaines avant d'abcéder, entourés d'une membrane pyogénique et remplis de pus crémeux où le microbe fourmille à côté des globules de pus. C'est la vie du microbe inoculé qui fait l'abcès, lequel devient pour le petit organisme comme un vase fermé où il est facile d'aller le puiser, même sans sacrifier l'animal. Il s'y conserve, mêlé au pus, dans un grand état de pureté et sans perdre sa vitalité. La preuve en est que, si l'on inocule à des poules un peu du contenu de l'abcès, ces poules meurent rapidement, tandis que le cochon d'Inde qui a fourni le virus se guérit sans la moindre souffrance. On assiste donc ici à une évolution localisée d'un organisme microscopique qui provoque la formation de pus et d'un abcès fermé, sans amener de désordres intérieurs ni la mort de l'animal sur lequel on le rencontre, et toujours prêt néanmoins à porter la mort chez d'autres espèces auxquelles on l'inocule, toujours prêt même à faire périr l'animal sur lequel il existe à l'état d'abcès si telles circonstances plus ou moins fortuites venaient à le faire passer dans le sang ou dans les organes splanchniques. Des poules ou des lapins qui vivraient en compagnie de cobayes portant de tels abcès pourraient tout à coup devenir malades et périr sans que la santé des cochons d'Inde parût le moins du monde altérée. Pour cela il suffirait que les abcès des cochons d'Inde, venant à s'ouvrir, répandissent un peu de leur contenu sur les aliments des poules et des lapins. Un observateur, témoin de ces faits et ignorant la filiation dont je parle, serait dans l'étonnement de voir décimés poules et lapins, sans causes apparentes, et croirait à la spontanéité du mal, car il serait loin de supposer qu'il a pris son origine dans les cochons d'Inde, tous en bonne santé, surtout s'il savait que les cochons d'Inde sont sujets, eux aussi, à la même affection. Combien de mystères dans l'histoire des contagions recevront un jour des solutions plus simples encore que celle dont je viens de parler! Repoussons les théories que nous pouvons contredire par des faits probants, mais non par le vain prétexte que certaines de leurs applications nous échappent. Les combinaisons de la nature sont à la fois plus simples et plus variées que celles de notre imagination.

» On sera mieux convaincu de ce que j'avance si j'ajoute que quelques gouttes d'une culture de notre microbe, déposées sur du pain ou de la viande qu'on donne à manger à des poules, suffisent pour faire pénétrer le mal par le canal intestinal, où le petit organisme microscopique se cultive en si grande abondance, que les excréments des poules ainsi infectées font périr les individus auxquels on les inocule. Ces faits permettent de se

rendre compte aisément de la manière dont se propage dans les basses-cours la très grave maladie qui nous occupe. Évidemment les excréments des animaux malades ont la plus grande part à la contagion. Aussi rien ne serait plus facile que d'arrêter celle-ci en isolant, pour quelques jours seulement, les animaux, lavant la basse-cour à très grande eau, surtout à l'eau acidulée avec un peu d'acide sulfurique, qui détruit facilement le microbe, éloignant le fumier, puis réunissant les animaux. Toutes causes de contagion auraient disparu, parce que, pendant l'isolement, les animaux déjà atteints seraient morts, tant la maladie est rapide dans son action.

» La culture répétée du microbe infectieux dans du bouillon de poule en passant toujours d'une culture à la suivante par l'ensemencement d'une quantité pour ainsi dire infiniment petite, par exemple par ce que peut emporter la pointe d'une aiguille simplement plongée dans la culture, n'affaiblit pas la virulence de l'organisme microscopique non plus, ce qui revient d'ailleurs à la même chose, que la facilité de sa multiplication à l'intérieur du corps des Gallinacés. Cette virulence est si grande, que, par l'inoculation d'une minime fraction de goutte d'une culture, vingt fois sur vingt la mort arrive en deux ou trois jours, et le plus souvent en moins de vingt-quatre heures.

» Ces préliminaires étant connus, j'arrive aux faits les plus saillants de cette Communication.

» Par certain changement dans le mode de culture on peut faire que le microbe infectieux soit diminué dans sa virulence. C'est là le point vif de mon sujet. Je demande néanmoins la liberté à l'Académie de ne pas aller, pour le moment, plus avant dans ma confidence sur les procédés qui me permettent de déterminer l'atténuation dont je parle, autant pour conserver quelque temps encore l'indépendance de mes études que pour mieux en assurer la marche.

» La diminution dans la virulence se traduit dans les cultures par un faible retard dans le développement du microbe; mais au fond il y a identité de nature entre les deux variétés du virus. Sous le premier de ses états, l'état très infectieux, le microbe inoculé peut tuer vingt fois sur vingt. Sous le second de ses états, il provoque vingt fois sur vingt la maladie et non la mort. Ces faits ont une importance facile à comprendre : ils nous permettent en effet de juger, en ce qui concerne la maladie qui nous occupe, le problème de sa récidive ou de sa non-récidive. Prenons quarante poules, inoculons-en vingt avec un virus très virulent : les vingt poules mourront. Inoculons les vingt autres avec le virus atténué, toutes seront

malades, mais elles ne mourront pas. Laissons-les se guérir et revenons ensuite, pour ces vingt poules, à l'inoculation du virus très infectieux : cette fois il ne tuera pas. La conclusion est évidente : la maladie se préserve elle-même. Elle a le caractère des maladies virulentes, maladies qui ne récidivent pas.

» Ne nous laissons pas éblouir par la singularité de ces résultats. Tout n'y est pas aussi nouveau qu'on pourrait le croire au premier abord. Ils ont cependant, sur un point capital, une nouveauté bien réelle qu'il s'agit de dégager. Avant Jenner, et lui-même a longtemps pratiqué cette méthode, comme je le rappelais tout à l'heure, on variolisait, c'est-à-dire qu'on inoculait la variole pour préserver de la variole. Aujourd'hui, dans divers pays, on clavelise les moutons pour les préserver de la clavelée ; on inocule la péripneumonie pour préserver de cette très grave affection de l'espèce bovine. Le choléra des poules vient de nous offrir l'exemple d'une immunité du même genre. C'est un fait digne d'intérêt, mais qui n'offre pas une nouveauté de principe. La nouveauté vraiment réelle des observations qui précèdent, nouveauté qui donne beaucoup à réfléchir sur la nature des virus, c'est qu'il s'agit ici d'une maladie dont l'agent virulent est un parasite microscopique, un être vivant, cultivable en dehors de l'économie. Le virus varioleux, le virus vaccin, le virus de la morve, le virus de la syphilis, le virus de la peste, etc., sont inconnus dans leur nature propre. Le virus nouveau est un être animé et la maladie qu'il provoque offre avec les maladies virulentes proprement dites ce point de contact inconnu jusqu'ici dans les maladies virulentes à parasites microscopiques : le caractère de la non-récidive. Son existence jette en quelque sorte un pont entre le terrain propre aux maladies virulentes à virus vivant et celui des maladies à virus dont la vie n'a jamais été constatée.

Je ne voudrais pas laisser croire que les faits présentent la netteté et la régularité mathématiques que j'ai invoquées. Ce serait ne pas se rendre compte de tout ce qu'il y a de variabilité dans les constitutions d'animaux pris au hasard dans un groupe d'animaux domestiques et dans les manifestations de la vie en général. Non, le virus très virulent du choléra des poules ne tue pas toujours vingt fois sur vingt; mais, dans les faits qui ont passé sous mes yeux, il a tué au minimum dix-huit fois sur vingt dans les cas où il n'a pas tué vingt fois. Non, le virus atténué dans sa virulence ne conserve pas toujours la vie vingt fois sur vingt. Dans les cas de moindre conservation, ç'a été dix-huit et seize fois sur vingt. Il n'empêche pas davantage *d'une manière absolue* et par une seule inoculation la récidive de

la maladie. On arrive plus sûrement à cette non-récidive par deux inoculations que par une seule.

» Si nous rapprochons des résultats qui précèdent le grand fait de la vaccine dans ses rapports avec la variole, nous reconnaîtrons que le microbe affaibli qui n'amène pas la mort se comporte comme un vaccin relativement à celui qui tue, puisqu'il provoque, en définitive, une maladie qu'on peut appeler bénigne du moment qu'elle n'amène pas la mort et qu'elle préserve de la maladie sous sa forme mortelle. Que faudrait-il pour que ce microbe, de virulence atténuée, fût un véritable vaccin, comparable au vaccin du cow-pox? Il faudrait, si je puis ainsi parler, qu'il fût fixé dans sa variété propre et qu'on ne fût point contraint de recourir toujours à sa préparation d'origine quand on veut en user. En d'autres termes, on retrouve ici cette crainte qui pour un temps préoccupa Jenner. Lorsqu'il eut démontré que le cow-pox inoculé préservait de la variole, il crut que pour empêcher cette maladie on devrait toujours s'adresser au cow-pox de la vache. C'est, à tout prendre, le point où nous en sommes touchant l'affection du choléra des poules, avec cette différence néanmoins, différence considérable, que nous savons que notre vaccin, à nous, est un être vivant. Jenner reconnut bientôt qu'il pouvait se passer du cow-pox de la vache et faire passer le vaccin de bras à bras. Nous pouvons faire une tentative analogue en faisant passer notre microbe, être vivant, de culture en culture. Reprendra-t-il une virulence très active ou conservera-t-il sa virulence discrète? Pour étonnantes qu'elles doivent paraître, les choses arrivent conformément à cette seconde supposition. La virulence, du moins dans le petit nombre de cultures successives que j'ai tentées, ne s'est pas exaltée, et en conséquence on peut croire que nous avons affaire à un véritable vaccin. Bien plus, un ou deux essais sont favorables à l'idée que le virus atténué se conserve tel en passant dans le corps des cochons d'Inde. En sera-t-il de même à la suite de plusieurs cultures et de plusieurs inoculations? Des expériences ultérieures pourront seules répondre à ces questions.

» Quoi qu'il en soit, nous possédons aujourd'hui une maladie à parasite microscopique qu'on peut faire apparaître dans des conditions telles qu'elle ne récidive pas, malgré son caractère parasitaire. En outre, nous connaissons une variété de son virus qui se comporte vis-à-vis d'elle à la manière du vaccin vis-à-vis de la variole.

» Que l'Académie me permette une digression fort digne d'intérêt. Il résulte de ce qui précède qu'on peut facilement se procurer des poules malades de l'affection que l'on désigne sous le nom de *choléra des poules*,

sans que la mort soit une conséquence nécessaire de la maladie. Cela revient à dire qu'on peut assister à la guérison de tel nombre de ces animaux qu'on voudra. Or, je ne crois pas que la clinique chirurgicale ait jamais rencontré des phénomènes plus curieux que ceux qui se manifestent dans ces conditions de retour à la santé à la suite des inoculations faites dans les gros muscles pectoraux. Le microbe se multiplie dans l'épaisseur du muscle comme il le fait dans un vase. En même temps, le muscle se tuméfie, durcit et blanchit à sa surface et dans son épaisseur. Il devient tout lardacé, rempli de globules de pus, toutefois sans suppuration. Ses éléments histologiques se rompent avec une grande facilité, parce que le microbe, qui les imprègne par îlots nombreux, les altère et les désagrège en se nourrissant d'une partie de leur substance. Je donnerai plus tard des figures coloriées représentant ces curieux désordres qu'entraîne la vie du microbe dans les cas de guérison. Le parasite est arrêté peu à peu dans son développement et disparaît, en même temps que la partie nécrosée du muscle se rassemble, durcit et se loge dans une cavité dont toute la surface ressemble à celle d'une plaie bourgeonnante de très bonne nature. La partie nécrosée finit par constituer un séquestre si bien isolé dans la cavité qui le renferme, qu'on le sent sous le doigt, à travers la peau, dans l'intérieur ou à la surface du muscle, et que par la moindre incision on peut le saisir avec une pince et l'extraire. La petite plaie faite à la peau se cicatrise tout de suite, et la cavité où le séquestre était logé se remplit peu à peu des éléments réparés du muscle. Je vais placer sous les yeux de l'Académie quelques-unes de ces démonstrations....

» J'ai hâte de terminer par une explication, qui paraîtra à tous très légitime, du fait de la non-récidive de la maladie virulente qui nous occupe. Considérons une poule très bien vaccinée par une ou plusieurs inoculations antérieures du virus affaibli. Réinoculons cette poule. Que va-t-il se passer? La lésion locale sera pour ainsi dire insignifiante, tandis que les premières inoculations, la première surtout, avaient provoqué une altération si grande du muscle qu'un énorme séquestre se sent encore sous les doigts. La cause des différences des effets de ces inoculations réside tout entière dans une grande facilité relative du développement du microbe à la suite des premières inoculations, et, pour la dernière, dans un développement pour ainsi dire nul ou très faible et promptement arrêté. La conséquence de ces faits saute aux yeux, si l'on peut ainsi dire : le muscle qui a été très malade est devenu, même après guérison et réparation, en quelque sorte impuissant à cultiver le microbe, comme si ce dernier, par une cul-

ture antérieure, avait supprimé dans le muscle quelque principe que la vie n'y ramène pas et dont l'absence empêche le développement du petit organisme. Nul doute que cette explication, à laquelle les faits les plus palpables nous conduisent en ce moment, ne devienne générale, applicable à toutes les maladies virulentes.

» Il me paraîtrait superflu de signaler les principales conséquences des faits que je viens d'avoir l'honneur d'exposer devant l'Académie. Il en est deux cependant qu'il n'est peut-être pas sans utilité de mentionner : c'est, d'une part, l'espoir d'obtenir des cultures artificielles de tous les virus, de l'autre, une idée de recherche des virus vaccins des maladies virulentes qui ont désolé à tant de reprises et désolent encore tous les jours l'humanité, et qui sont une des grandes plaies de l'Agriculture dans l'élevage des animaux domestiques.

» C'est un devoir et un plaisir pour moi d'ajouter, en terminant, que dans ces délicates et longues études j'ai été assisté avec beaucoup de zèle et d'intelligence par MM. Chamberland et Roux. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. **Picard** adresse, de Lausanne, pour le Concours du prix Dusgate, un Mémoire intitulé « Les signes de la mort ».

(Renvoi à la future Commission.)

M. **Giroud** adresse, par l'entremise de M. Mulsant, une Lettre relative à un procédé de greffage de la vigne, destiné à la mettre à l'abri des atteintes du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui adresser une liste de deux candidats, pour l'une des deux places d'Astronome titulaire créées par le Décret du 21 février 1878.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie une Lettre du consul de France à Glascow, contenant de nouveaux renseignements au sujet des cristaux qui avaient été obtenus par M. *Mactear* et qui avaient été considérés comme des diamants.

« Les cristallisations obtenues par M. Mactear ont été soumises à l'inspection du conservateur du département des minéraux au British Museum, M. Maskelyne, qui vient de déclarer, dans une lettre adressée au *Times* de Londres, que ce ne sont pas des diamants.

» Il résulte, en effet, des expériences faites par ce savant : 1° que les cristaux microscopiques de M. Mactear, placés entre un saphir et une topaze, ont été réduits en poussière après un frottement prolongé, sans avoir rayé le saphir ni même la topaze; 2° que, laissés pendant une nuit dans de l'acide fluorhydrique, ils étaient le matin entièrement dissous; 3° qu'ils ne brûlent pas comme le diamant. M. Maskelyne conclut en disant que ce qui a été obtenu n'est sans doute qu'un silicate cristallisé, comme l'augite.

» *P. S.* — Il me semble juste d'annexer à cette dépêche le texte d'une lettre publiée ce matin par les journaux de Glasgow et dans laquelle M. Mactear demande au monde savant de ne pas adopter, avant plus amples informations, les conclusions de M. Maskelyne. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Brochure de M. *G. Vimont*, intitulée « Le Phylloxera en 1879; Mémoire adressé à M. Paulin Talabot »;

2° Une Note de MM. *Ch. Brongniart* et *Max. Cornu*, intitulée « Épidémie causée sur des Diptères du genre *Syrphus* par un Champignon *Entomophthora* ».

(Ces deux Brochures sont renvoyées à la Commission du Phylloxera.)

M. le **Secrétaire perpétuel**, à l'occasion de la Note de MM. *Ch. Brongniart* et *Max. Cornu*, présente à l'Académie les considérations suivantes :

« Les auteurs ont observé aux environs de Gisors les effets de l'épidémie qu'ils signalent. Les cadavres des insectes se trouvaient par milliers accrochés aux épillets d'une graminée, le *Molinia cœrulea*; ils appartenaient tous au *Syrphus mellinus*. L'abdomen fortement distendu, les anneaux écartés, montrant des zones alternativement colorées et pâles, ces dernières avec exsudation graisseuse : il était facile de reconnaître à ces signes les *Entomophthora*, c'est-à-dire le champignon qui en automne tue la mouche commune.

» Cette vaste destruction d'une espèce d'insectes, universellement frappée par la contagion d'un champignon dont les spores, répandues dans l'air, semblent avoir atteint et condamné à mort tous les individus de la région,

rappelle la proposition faite il y a quelques années à la Commission du Phylloxera par notre confrère M. Pasteur.

» Les effets produits sur le ver à soie par les corpuscules qui s'y développent et qui se transmettent d'une génération à l'autre sont tellement meurtriers, que M. Pasteur conseillait de chercher dans l'inoculation de quelque champignon microscopique le moyen de destruction contre le Phylloxera. Les corpuscules du ver à soie n'offraient pas le remède cherché, car on pouvait difficilement admettre que ces corpuscules n'eussent pas été semés dans les vignes du Midi par les fumiers provenant des magnaneries. Aucune autre espèce de champignon ne se présentant alors à l'esprit comme propre à effectuer des inoculations insecticides efficaces, la proposition de M. Pasteur ne fut suivie d'aucun essai qui soit venu à notre connaissance.

» Mais, récemment, cette question a occupé de nouveau la Société entomologique de Belgique. On lit en effet, dans le *Bulletin* de sa séance du 3 janvier, le passage suivant, faisant partie d'une Communication de M. H. Donckier de Donceel :

« Je crois devoir attirer l'attention de la Société sur un tout petit travail, d'une très grande importance peut-être, qui vient de nous être envoyé d'Amérique par notre savant confrère, M. le Dr Hagen (*Destruction of obnoxious insects, Phylloxera, potato beetle, etc., by application of the yeast fungus*, Cambridge, 1879). Dans cette brochure, qu'ont précédée des Communications faites aux journaux américains [1], l'auteur, se basant sur des études et expériences faites, il y a vingt ans environ, par M. le Dr Bail, en Prusse, et les corroborant par d'autres faits recueillis plus récemment, arrive aux conclusions suivantes :

» 1° La mouche commune des habitations est souvent tuée par un champignon, et, dans ces épizooties, un grand nombre d'autres insectes qui vivent dans le même endroit sont tués par le même champignon.

» 2° Le champignon qui tue la mouche domestique agit absolument comme la levûre dans la panification et la brasserie.

» 3° L'application de la levûre de bière sur les insectes développe chez eux un champignon qui leur devient fatal.

» 4° Dans une expérience faite par M. J.-H. Burns, toutes les Doryphora qui avaient été arrosées de levûre de bière diluée périrent du huitième au douzième jour, et le champignon fut retrouvé dans les vaisseaux des ailes.

» Il semblerait donc qu'on a dans ces champignons des formes différentes d'une seule espèce polymorphe. Certainement, les faits auraient besoin d'être de nouveau établis et vérifiés par de nombreuses expériences, conduites avec soin et intelligence; mais, quand on contemple les désastres incalculables infligés à la richesse publique par le Phylloxera et tant

---

(1) *Boston Evening Transcript*, numéro du 11 avril 1879.

d'autres insectes nuisibles, on ne peut contester la nécessité de poursuivre résolûment le expériences dans le sens indiqué. N'arrivât-on même à réussir qu'une fois sur quatre dans ces destructions des insectes par les champignons des levûres, on aurait certes déjà rendu à l'Agriculture un immense service. »

» M. le Secrétaire perpétuel insiste particulièrement sur cette circonstance que les vastes destructions signalées sur la mouche commune, les *Syrphus*, etc., ont été produites par des spores répandus par milliards dans l'air et auxquels aucun individu, pour ainsi dire, ne peut échapper. S'il s'agissait d'appliquer ce mode de destruction au Phylloxera, il y aurait à distinguer entre les ailés aériens et les aptères souterrains, qui, par leur mode d'existence et par les saisons correspondant à leur activité, peuvent exiger des moyens d'attaque différents.

» Jusqu'ici, personne n'a signalé la présence d'un champignon parasite sur un Phylloxera. Les observations n'ont peut-être pas été suffisamment dirigées en ce sens. Leur portée n'avait peut-être pas été comprise. On recommande cette étude à l'attention de tous les naturalistes qui habitent les départements atteints.

» M. le Secrétaire perpétuel insiste d'autant plus volontiers sur cet appel fait aux naturalistes, qu'il a déjà signalé devant la Commission supérieure du Phylloxera la nécessité de provoquer des études de cet ordre. Quelques membres de la Commission étaient d'avis qu'il n'était pas utile de maintenir au concours le prix de trois cent mille francs. M. le Secrétaire perpétuel fit remarquer que ce prix pourrait être remporté par la personne qui découvrirait un procédé de destruction spontanée du Phylloxera susceptible d'une application générale et économique, qualités que ne présentent pas les méthodes actuellement en usage : inondation, sulfure de carbone et sulfocarbonates. Ces méthodes, conseillées faute de mieux, pour permettre à la vigne de vivre en présence du Phylloxera, sans prétendre à la destruction totale de l'insecte, seraient heureusement remplacées par une méthode fondée sur l'emploi d'une force naturelle empruntée à quelque animal ou végétal, capable d'une multiplication sans limites et propre à faire disparaître le Phylloxera. Le prix a été maintenu, et la carrière, en conséquence, demeure ouverte devant les naturalistes. »

M. **Fr. Asello** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à l'une de ses places de Correspondant.

PHYSIQUE. — *Mesure spectrométrique des hautes températures.* Note de M. A. Crova, présentée par M. Berthelot.

« J'ai déjà indiqué (¹) le principe de la méthode que j'ai proposée pour la mesure optique des hautes températures. Ces mesures peuvent être facilement réalisées au moyen de l'appareil suivant, que l'on pourrait désigner sous le nom de *spectropyromètre* (²).

» Soit un spectroscope à vision directe, placé horizontalement et pouvant tourner autour de l'axe géométrique du système du collimateur et des prismes dispersifs; disposons, au foyer de la lunette, une fente parallèle à celle du collimateur, qui ne laisse arriver à l'oculaire qu'une bande étroite du spectre produit, et limitons la course de la lunette par deux arrêts : l'un permettra de la fixer dans une position telle que le milieu de la fente oculaire soit éclairé par la lumière rouge ($\lambda = 676$), et l'autre de façon qu'elle reçoive la lumière verte ($\lambda = 523$), longueurs d'onde que j'ai adoptées comme points fixes de comparaison.

» L'appareil étant tourné de manière que la fente du collimateur soit horizontale, recouvrons l'une des moitiés de la fente d'un prisme rectangle, dont l'une des bases s'applique exactement sur elle et dont l'arête correspondante à l'angle aigu la coupe normalement en deux parties égales. L'œil placé à la lunette verra la fente oculaire divisée normalement en deux champs égaux, séparés par une ligne fine, si l'arête du prisme réflecteur est nettement taillée. L'une des moitiés du champ reçoit directement la lumière d'une lampe à modérateur, à cheminée cylindrique (système Bernard), placée devant la demi-fente libre; l'autre, par réflexion, la lumière qui émane du corps incandescent dont on veut déterminer la température, placé latéralement, devant le prisme réflecteur.

» En face de la demi-fente libre, se trouve un système de deux nicols à faces normales de M. Prazmowski, l'un fixe, l'autre mobile au moyen d'une alidade sur un cercle gradué. La face du nicol placée en regard de la flamme de la lampe est recouverte d'une glace finement dépolie, qui constitue un champ lumineux d'intensité uniforme.

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 979.

(²) M. Duboscq a réalisé la construction des appareils photométriques qui ont servi à mes recherches; M. Salleron a construit sur mes indications un modèle de spectropyromètre.

» L'extrémité du collimateur porte une alidade à pinnules, dirigée suivant l'axe de la fente, qui permet, par une rotation convenable du corps de l'instrument, de viser directement la lumière qui provient du corps incandescent.

» Pour mesurer la température en degrés optiques, on amène la lunette sur le point fixe correspondant au rouge (676), et, l'alidade du nicol mobile étant au zéro, les sections principales des deux nicols étant parallèles, on amène à l'égalité d'intensité les deux plages rouges de la fente oculaire, en faisant varier, au moyen d'une vis, la largeur d'un diaphragme placé devant la glace dépolie du nicol extérieur, ou celle d'un autre diaphragme placé devant une glace dépolie qui recouvre le prisme réflecteur, selon que la lumière rouge de la lampe est plus ou moins intense que celle de la source incandescente.

» Cette égalité étant obtenue dans le rouge, on amène la lunette sur le point fixe du vert (523), et l'on obtient deux plages vertes d'intensités inégales. On les ramène à l'égalité d'intensité par une rotation convenable du nicol mobile, et le degré optique est donné par la formule $N = 1000 \cos^2\alpha$, en désignant par α l'angle des deux sections principales des nicols.

» Si l'on trace sur le cercle une seconde graduation donnant les valeurs de $1000 \cos^2\alpha$, en regard des valeurs correspondantes de α, on lira directement les degrés optiques; enfin, si l'on a dressé la courbe des degrés centigrades correspondant aux degrés optiques, on pourra inscrire directement sur le cercle les degrés centigrades correspondant aux rotations α.

» Les degrés optiques suffisent pour obtenir des repères fixes : le zéro optique correspond à un angle α égal à 90° et sensiblement à 580° C., 582° optiques à 1468° C., et 1000° optiques paraissent, en prolongeant la courbe au delà de 1600° C., température que l'on ne peut dépasser avec un thermomètre à air, correspondre à 1900° C. et à une rotation $\alpha = 0$. Je ne donne ces nombres que comme une première approximation, mes expériences sur ce sujet n'étant pas encore terminées.

» On voit que la température (1000° optiques) d'émission de la flamme de la lampe à modérateur est supérieure à celle de la fusion du platine et à celle du ramollissement de la porcelaine; j'ai toujours fondu mes thermomètres quand, pour déterminer leur température optique, je tentais, après avoir obtenu l'égalité d'intensité dans le rouge, de l'obtenir aussi dans le vert.

» On peut aussi mesurer, au moyen du spectropyromètre, des températures bien supérieures à 1000° optiques, ou à près de 2000° C.

» Pour cela, je renverse l'ordre des mesures; l'alidade étant au zéro,

j'établis, au moyen des diaphragmes variables, l'égalité d'intensité dans le vert, et, la lunette étant amenée sur le rouge, je fais tourner le nicol de manière à obtenir l'égalité d'intensité des deux plages rouges. Le degré optique est alors donné par la formule $N = \frac{1000}{\cos^2\alpha}$, et, la rotation variant de zéro à 90°, les degrés optiques varient de 1000 à l'infini. On peut donc, sans rien changer à l'appareil, mesurer toutes les températures depuis 580° environ jusqu'aux températures les plus élevées que l'on puisse atteindre.

» Pour déterminer les points fixes du spectropyromètre, j'interpose, entre les deux nicols croisés à 90°, une lame de quartz normal à l'axe, de $0^m,004$ d'épaisseur; la lumière est rétablie, et, tournant le nicol mobile de 115°38′, on amène une bande noire sur le vert (523). On agit alors sur la vis qui limite l'excursion de la lunette, jusqu'à ce qu'on voie cette bande noire au milieu de la fente oculaire; une rotation de 65°52′ amènera la bande noire sur le rouge (676), et l'on détermine de même le second point fixe. »

ASTRONOMIE. — *Statistique des taches solaires de l'année* 1879; par M. R. Wolf.

« Je viens de terminer ma statistique solaire de l'année 1879, qui est cette fois d'une importance exceptionnelle, parce qu'elle détermine d'une part l'époque récente d'un minimum, et qu'elle donne d'autre part une nouvelle preuve de la justesse de ma période et de l'inexactitude de la période de feu M. Allan Broun. En voici les résultats principaux :

» La série d'observations solaires que j'ai reçue à Zurich, et que j'ai complétée par les séries analogues obtenues à Palerme, Rome, Moncalieri, Athènes, Madrid, Leipzig, Peckelöh et Washington, me donne pour le *nombre relatif* moyen de l'année 1879

$$r = 6,0 \quad \text{au lieu de} \quad r = 3,4$$

obtenu pour l'année 1878. On voit ainsi que l'époque du minimum est franchie définitivement. L'étude spéciale des séries mentionnées donne pour époque du minimum 1878,9.

» Les séries des variations en déclinaison magnétique obtenues à Milan, Vienne, Prague, Munich et Christiania s'accordent pour donner, de même, pour époque du minimum 1878,5.

» Si l'on met en parallèle ces nouveaux résultats et les résultats obtenus

autrefois pour les époques précédentes de minimum et de maximum, on obtient :

Taches solaires.		*Variations magnétiques.*	
Minimum, 1867,2		Minimum, 1866,8	
Maximum, 1870,6	3,4	Maximum, 1870,8	4,0
Minimum, 1878,9	8,3	Minimum, 1878,5	7,7
Période...	11,7	Période ..	11,7

» On voit que les deux périodes se trouvent dans la plus remarquable harmonie, non seulement pour la longueur totale, mais encore pour les deux parties de la période, et par ce fait que la période dernière est un peu plus longue que la période moyenne de 11 ans $\frac{1}{9}$.

» Le Mémoire dont je tire ces quelques résultats sera publié sans délai dans le n° 50 de mes *Astronomische Mittheilungen;* je ne manquerai pas de le présenter à l'Académie, dès qu'il aura paru, pour faire suite aux numéros précédents que je lui adresse depuis un quart de siècle. L'Académie y trouvera un détail assez important, et elle y verra, entre autres, la preuve d'une anomalie singulière que présentent les variations déterminées à Montsouris de septembre à décembre 1879, vis-à-vis des autres stations magnétiques de l'Europe, et dont il faudra chercher l'explication. »

MM. E. Delaurier et Ed. Wiart adressent un Mémoire sur un essai de détermination de la température du Soleil.

M. F. Garrigou adresse un complément d'information sur le procédé qui lui a permis d'affirmer la présence du mercure dans les eaux minérales de Saint-Nectaire.

La séance est levée à 3 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 février 1880.

Bibliothèque de l'Ecole des Hautes Etudes. Section des Sciences naturelles, t. XIX. Paris, G. Masson, 1879; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents. Décembre 1879. Paris, Dunod, 1880; in-8°.

Géogénie du double massif du Sahel d'Alger et des promontoires qui limitent ses rivages, par le Dr A. BOURJOT, avec cartes et plans, par F.-A. MOLINER-VIOLLE. Alger, typogr. A. Jourdan, 1879; in-8°.

Etude sur le climat de Metz, fondée sur vingt années d'observations faites de 1841 *à* 1860; *par* MM. J.-J. SCHUSTER et J.-B.-A. LAVOINE. Nancy, impr. P. Sordoillet, 1879; in-8°.

Observations météorologiques faites à Metz pendant l'année 1877; *par* M. SCHUSTER; sixième année de la troisième série. Nancy, impr. P. Sordoillet, 1879; in-8°.

Fabrication de l'huile vierge et pure d'olive; par A. HUBERT-GOURRIER. Nice, impr. Malvano-Mignon, 1879; br. in-8°.

Leçons sur les fonctions doublement périodiques faites en 1847; *par* M. J. LIOUVILLE. Berlin, Druck von G. Reimer, sans date; in-4°. (Abdruck aus dem *Journal für die reine und angewandte Mathematik,* Bd. 88.)

Sur la classification des nuages employée à l'Observatoire météorologique d'Upsala; par H. HILDEBRAND HILDEBRANDSSON. Photographies de M. Henri Osti. Upsala, Ed. Berling, 1879; in-4°.

Annuaire météorologique pour l'année 1877 (*deuxième partie*) *et pour l'année* 1878, publié par l'Institut météorologique danois. Kjobenhavn, Hauberg et Cie, 1878-1879; 2 livr. in-fol.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College, Cambridge, Mass.; vol. V, nos 15 et 16. Cambridge, 1879; 2 livr. in-8°.

Annual Report of the curator of the Museum of comparative Zoology at Harvard College, to the president and fellows of Harvard College for 1878-1879. Cambridge, J. Wilson and son, 1879; in-8°.

Thirty-fourth annual Report of the Director of the astronomical Observatory of Harvard College presented to the visiting committee december 5, 1879; *by* EDWARD C. PICKERING. Cambridge, John Wilson and son, 1879; br. in-8°.

Solar parallax from the velocity of light; by D. P. TODD; br. in-8°. (From the *American Journal of Science,* vol. XIX, 1880.)

Action of bone black on solutions of pure sugar; by P. CASAMAJOR; opuscule in-8°. (From the *Journal of the american chemical Society,* vol. I.)

The american ephemeris and nautical Almanac for the year 1882. Washington, Bureau of Navigation, 1879; in-8°.

On the coincidence of the bright lines of the oxygen spectrum with bright lines in the solar spectrum; by HENRI DRAPER. London, 1879; opuscule in-4°.

(Reprinted from the *Monthly Notices of the royal astronomical Society.*)

Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio. Annali di Agricoltura, 1879, num. 19 : *L'Industria del tabaco.* Parte 1ª : *La Produzione.* Milano, tipogr. fratelli Rechiedei, 1879; in-8°.

Untersuchungen über das Chlorophyll; vierte Abtheilung : *Ueber das Hypochlorin und die bedingungen seiner Entstehung in der Pflanze; von* N. PRINGSHEIM. Berlin, G. Vogt, 1879; in-8°.

Untersuchungen über das Chlorophyll. Dritte Abtheilung : *Ueber Lichtwirkung und Chlorophyll-function in der Pflanze; von* N. PRINGSHEIM. Berlin, G. Vogt, 1879; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 26 janvier 1880.)

Page 199, ligne 9, *au lieu de* par MM. Becquerel et Dehérain, *lisez* par MM. Antoine Becquerel, Edm. Becquerel et Henri Becquerel.

DATES.	TEMPÉRATURE DE L'AIR sous l'ancien abri. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne des 24 heures (nouvel abri).	TEMPÉRATURE DU SOL à la surface du gazon. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne des 5 observ. trihoraires de jour.	à la profondeur de 0m,30 (à midi).	ACTINOMÈTRE.	UDOMÈTRE.	EAU de la terre sans abri. Total en millimètres.	Évaporation en millimètres.	ÉVAPORATION DE L'EAU PURE.	Électricité atmosphérique, (abstraction faite du signe)	POUR 100mc D'AIR. Ozone en milligrammes.	Acide carbonique en litres.	Azote ammoniacal en milligr.	Azote organique en milligr.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	d	mm	mm	mm	mm	D	mg	l	mg	mg
1	(8,8)	11,0	9,9	9,3	(7,0)	13,1	10,1	9,2	−0,1	5,2	0,0	.	.	Observations interrompues par les gelées.	29	0,7	26,1	1,9	0,3
2	6,2	9,5	7,9	7,5	6,0	15,1	10,6	7,7	0,0	5,6	0,4	.	.		21	0,1	26,2	2,1	0,7
3	1,6	8,6	5,1	4,2	− 1,0	13,6	6,3	(4,0)	0,2	22,2	0,0	.	.		(21)	0,2	26,6	2,2	0,7
4	− 2,5	2,1	− 0,2	0,3	− 4,0	3,1	− 0,5	1,0	0,3	4,1	(0,1)	.	.		52	0,4	26,5	2,0	0,4
5	0,7	3,2	2,0	1,2	0,1	5,9	3,0	2,3	0,4	11,7	.	.	.		39	0,1	26,7	2,1	0,6
6	− 1,5	0,1	− 0,7	− 0,8	− 1,0	0,7	− 0,2	− 0,3	0,5	1,8	.	.	.		32	0,0	25,2	1,9	0,4
7	− 1,9	− 0,6	− 1,3	− 1,7	− 1,7	− 0,1	− 0,9	− 1,1	0,5	3,	.	.	.		35	0,6	26,6	2,0	0,4
8	− 3,3	− 1,9	− 2,6	− 2,4	− 3,0	− 1,2	− 2,1	− 2,1	0,5	1,5	.	.	.		41	0,6	26,3	1,9	0,3
9	− 2,7	− 0,7	− 1,7	− 1,6	− 2,0	− 0,6	− 1,3	− 1,2	0,5	2,1	0,0	.	.		29	0,2	26,7	1,8	0,4
10	− 2,8	2,6	− 0,1	0,7	− 4,4	3,1	− 0,7	1,5	0,5	2,9	0,0	.	.		36	0,2	25,5	1,7	0,7
11	des	cen	dante	0,7	0,4	2,2	1,3	(0,9)	0,5	2,6	.	.	.		(35)	0,0	27,0	1,8	0,5
12	− 4,7	2,3	− 1,2	− 1,7	− 6,3	6,4	0,1	− 1,3	0,6	24,0	.	.	.		55	0,1	26,8	1,9	0,5
13	− 7,8	non atteint	− 3,3	− 4,7	−10,0	− 3,3	− 6,7	− 5,2	0,6	6,7	1,6	.	.		73	0,0	26,1	2,0	0,4
14	ascend	1,3		0,1	− 4,9	0,9	− 2,0	0,1	0,6	4,0	2,1	.	.		47	0,0	27,0	1,6	0,3
15	− 0,9	1,7	0,4	0,3	− 1,0	2,2	0,6	0,5	0,6	4,1	0,0	.	.		75	0,1	25,7	1,7	0,5
16	− 2,1	2,7	0,3	0,7	− 4,7	4,4	− 0,2	1,0	0,6	3,8	4,7	.	.		65	0,1	25,7	1,7	0,4
17	1,1	3,4	2,3	2,0	1,0	4,4	2,7	2,1	0,6	1,0	1,5	.	.		32	0,1	25,7	1,8	0,4
18	− 3,6	− 0,9	− 2,3	− 2,3	− 3,0	2,0	− 0,5	− 1,4	0,6	19,2	.	.	.		77	0,1	26,0	1,7	0,4
19	− 5,2	− 2,7	− 4,0	− 4,5	− 6,0	0,3	− 2,9	− 3,0	0,6	27,8	.	.	.		58	0,1	26,4	1,7	0,3
20	− 9,6	− 3,2	− 6,4	− 5,7	−10,1	3,5	− 3,3	− 3,9	0,6	26,1	.	.	.		52	0,0	25,8	1,6	0,3
21	− 6,1	1,2	− 2,5	− 1,8	− 8,5	2,7	− 2,9	− 1,3	0,4	5,6	.	.	.		55	0,0	26,2	1,6	0,3
22	− 1,0	2,3	0,7	0,9	− 1,8	4,9	1,6	1,1	0,4	6,0	0,2	.	.		28	0,0	26,5	1,6	0,4
23	0,3	1,8	1,1	1,0	0,0	2,4	1,2	1,2	0,4	1,6	0,3	.	.		23	0,0	27,0	1,5	0,3
24	− 0,4	2,0	0,8	− 0,3	− 0,5	8,8	4,2	1,0	0,4	15,3	.	.	.		45	0,1	26,8	1,6	0,3
25	− 7,4	− 5,9	− 6,7	− 6,3	−10,0	− 4,7	− 7,4	− 6,9	0,4	4,7	0,0	.	.		50	0,0	27,0	1,5	0,4
26	− 9,4	0,9	− 4,3	− 4,3	−11,6	4,8	− 3,4	− 3,4	0,3	21,2	.	.	.		95	0,0	27,2	1,6	0,5
27	− 8,4	− 1,7	− 5,1	− 5,1	−11,0	3,7	− 3,7	− 4,7	0,2	19,1	.	.	.		67	0,1	27,4	1,4	0,3
28	−10,3	− 0,7	− 5,5	− 6,2	−13,2	5,6	− 3,8	− 5,1	0,0	26,4	.	.	.		107	0,1	26,7	1,6	0,4
29	−10,8	5,9	− 2,5	− 2,6	−13,9	12,1	− 0,9	− 2,2	−0,8	27,1	.	.	.		71	0,0	26,4	1,7	0,4
30	− 3,2	10,0	3,4	2,5	− 5,5	14,9	4,7	4,0	−0,7	29,2	.	.	.		81	0,0	27,9	1,6	0,3
31	− 3,4	4,6	0,6	0,0	− 5,5	10,1	2,3	− 0,1	−0,5	12,5	.	.	.		69	0,1	28,8	1,7	0,3
1e déc.	0,3	3,4	1,8	1,7	− 0,4	5,3	2,4	2,1	0,3	6,2	0,5	.	.		34	0,3	26,2	2,0	0,5
2e déc.	− 4,1	0,6	− 1,8	− 1,5	− 4,5	2,3	− 1,1	− 1,0	0,6	11,9	9,9	.	.		57	0,1	26,2	1,8	0,4
3e déc.	− 5,5	1,9	− 1,8	− 2,0	− 7,4	5,9	− 0,7	− 1,5	0,0	15,3	0,5	.	.		63	0,0	27,1	1,6	0,4
Mois..	− 3,1	2,0	− 0,5	− 0,7	− 4,2	4,5	0,2	− 0,2	0,3	11,3	10,9	.	.		51	0,1	26,5	1,8	0,4

DATES.	Baromètre à midi réduit à zéro (alt. 77m,5).	MAGNÉTOMÈTRES à midi. Déclinaison.	Inclinaison.	Composante horizontale.	VENTS. Vitesse moyenne en kilomètres par heure.	Direction dominante à terre.	Direction des nuages (k désigne les cirrus).	PSYCHROMÈTRE. Tension de la vapeur.	Humidité relative.
	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)
	mm	° ′	° ′		km			mm	
1	760,7	16.56,6	65.29,7	.	27,4	SW¼W	W	7,9	88
2	764,7	55,2	28,9	.	17,9	SW¼S	WSW	7,3	91
3	769,5	56,6	29,5	.	8,9	S à W	.	(5,6)	(85)
4	769,1	54,7	29,7	.	5,6	Retour à ENE	.	4,8	99
5	767,7	54,8	29,0	.	8,8	N à ESE	E puis S	4,2	80
6	769,8	54,0	29,8	.	8,6	E	.	3,8	86
7	771,5	53,7	29,3	.	10,5	E	.	3,5	84
8	770,0	53,2	30,4	.	7,7	NE à SE	.	3,4	88
9	768,2	53,8	29,9	.	10,7	E	.	3,7	89
10	766,6	53,4	29,9	.	15,0	ENE	ENE	4,3	86
11	767,5	54,1	29,7	.	14,5	E¼NE	ESE	(4,2)	(88)
12	769,0	54,9	29,9	.	10,2	E¼NE	.	3,5	82
13	768,9	52,6	30,2	.	7,2	S¼SE	.	2,8	92
14	762,2	53,7	30,2	.	7,4	S à O et NO	.	4,5	99
15	763,0	53,5	29,1	.	9,8	WNW à S	.	(4,5)	(91)
16	758,0	52,6	27,9	.	8,8	S à W	NW	4,7	96
17	755,5	54,9	28,8	.	(11,5)	NW à NE	.	5,3	97
18	755,6	54,0	31,1	.	(8,0)	NE	.	3,4	90
19	763,0	55,0	30,7	.	(17,5)	NE	.	2,4	71
20	770,6	55,3	30,7	.	(10,5)	NE	.	2,0	69
21	770,4	53,2	30,2	.	6,8	NE à WNW	NE	3,5	86
22	763,8	52,7	30,3	.	8,1	WSW à NW	NW	4,2	86
23	765,0	55,4	29,4	.	13,3	NNE	.	4,6	90
24	765,5	53,2	30,2	.	11,0	NNE à SE	E¼NE	3,7	80
25	759,6	52,5	30,4	.	7,5	ESE	.	2,5	90
26	762,4	54,5	29,0	.	6,4	NE	.	2,8	81
27	763,3	53,8	29,2	.	5,9	NE	.	2,8	88
28	763,2	53,7	28,6	.	4,6	NE	.	2,5	86
29	762,6	54,0	27,8	.	6,9	NE à SSE	.	3,3	81
30	763,2	53,6	27,6	.	6,3	SSE	SSW	4,1	70
31	764,8	53,6	28,9	.	4,4	Variable	.	3,9	84
1e déc.	767,8	16.54,6	65.29,6	.	12,1	.	.	4,9	88
2e déc.	763,3	54,1	29,8	.	10,5	.	.	3,7	87
3e déc.	764,0	53,7	29,2	.	7,4	.	.	3,4	84
Mois..	765,0	16.54,1	65.29,5	.	9,9	.	.	4,0	86

REMARQUES.

(30)

Le 1er, couvert, pluvieux l'après-midi et le soir. Hausse barométrique rapide. Le 2, couvert, continuellement pluvieux le jour. Le 3, gelée blanche, halo le matin, brouillard assez fort le soir. Le 4, brouillards assez denses et persistants. Le 5, presque couvert, moment d'arrêt dans la hausse barométrique. Le 6, couvert, indistinct. Le 7, uniformément couvert, *maximum barométrique à* 10 h. 30 = 771,8. Le 8, couvert, pluie fine à 22 h., faible verglas. Le 9, bruine matin et soir et pluie fine. Le 10, presque toujours couvert; ralentissement dans la baisse du baromètre.

Le 11, couvert, tendance à l'augmentation de pression. Le 12, beau temps, gelées blanches. Le 13, temps de brouillard avec givre, verglas le soir, chute barométrique accentuée. Le 14, neige fine le matin, fort verglas ou givre. Le 15, fort verglas le matin, flocons de neige après midi, moment d'arrêt de la baisse barométrique. Le 16, neige fine le matin, soirée pluvieuse, accélération de la baisse. Le 17, matinée pluvieuse, rares flocons de neige le soir. Le 18, *minimum barométrique à* 5 h. 50 = 754,0. Le 19, assez beau dès le lever du jour, mouvement de hausse très marqué du baromètre. Le 20, beau ciel le jour; *maximum barométrique* = 771,0.

Le 21, rares éclaircies. Le 22, temps de neige le matin. Le 23, couvert et brumeux. Le 24, le ciel se découvre le soir, petite inflexion maxima de la courbe barométrique. Le 25, petit givre le matin, flocons de neige après midi, minimum barométrique relatif de 758,7 à 15 h. 50. Le 26, gelée blanche avec brume, puis le temps se met au beau. Les 27 et 28, gelées blanches et bien beau temps. Le 29, beau temps, sauf quelques nuages dans la soirée, gelée blanche le matin, ainsi que le 30, et même ciel. Le 31, ciel variable et brouillard, assez belle soirée; gelée blanche.

Le degré d'éclairement du ciel durant les journées isolées des 3, 12, 19 et 20 s'élève aux 0,75 de la valeur calculée hypothétiquement de 37° au maximum à la date moyenne. La série de beaux jours écoulée du 26 au 30 donne 0,66.

Les signes d'électricité négative sont assez rares, et la charge positive est toujours en période croissante, soit avec l'aggravation du froid ou la sérénité plus grande de l'atmosphère.

Perturbations magnétiques assez marquées du 7 au 8, du 23 au 24, etc.

Moyennes horaires du mois de janvier 1880.

Heures.	Hauteurs du baromètre à 0°.	Température de l'air à l'ombre.	Température du sol noir sans abri.	Degré actinométrique.	Psychromètre. Tension de la vapeur d'eau.	Psychromètre. Degré hygrométrique.	Évaporation de l'eau pure.	Pluie.	Variation du poids du sol sans abri.	Vitesse du vent.	Électricité atmosphérique (sans correct. locale).	Déclinaison de l'aiguille aimantée.	Inclinaison de l'aiguille aimantée.	Composante horizontale.
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
h.	mm	o	o	o	mm			mm	mm	km	Dll	o '	o '	
Mat. 1	764,66	—1,26	»	»	»	»		0,51	.	10,0	»	»	»	.
2	64,69	—1,37	»	»	»	»		0,41	.	9,9	»	»	»	.
3	64,59	—1,50	»	»	»	»		0,09	.	9,7	»	»	»	.
4	64,45	—1,67	»	»	»	»		0,08	.	9,8	»	»	»	.
5	64,43	—1,82	»	»	»	»		0,07	.	10,0	»	»	»	.
6	64,48	—2,00	—1,94	0,00	(3,83)	(92,9)		0,77	.	10,4	42,7	16.50,7	65.29,5	.
7	64,59	—2,17	»	»	»	»		0,64	.	9,5	»	»	»	.
8	64,77	—2,25	»	»	»	»		0,95	.	10,0	»	»	»	.
9	64,96	—1,77	—1,21	8,14	3,91	91,1	Observations interrompues par les gelées.	0,40	.	10,3	50,5	50,3	(29,4)	.
10	65,16	—0,93	»	»	»	»		0,07	.	10,1	»	»	»	.
11	65,23	—0,12	»	»	»	»		0,08	.	10,3	»	»	»	.
Midi.	65,00	0,59	2,74	29,73	4,07	81,4		0,20	.	10,1	58,5	54,1	29,5	.
Soir. 1	64,75	1,00	»	»	»	»		0,02	.	9,8	»	»	»	.
2	64,58	1,27	»	»	»	»		0,28	.	10,0	»	»	»	.
3	64,55	1,26	2,14	18,15	4,09	79,2		0,15	.	10,1	47,3	53,2	29,5	.
4	64,58	1,07	»	»	»	»		0,24	.	10,6	»	»	»	.
5	64,67	0,49	»	»	»	»		0,28	.	10,1	»	»	»	.
6	64,81	0,09	—0,93	0,00	4,10	87,0		0,76	.	10,2	60,4	51,7	29,7	.
7	64,90	—0,12	»	»	»	»		0,68	.	10,7	»	»	»	.
8	64,89	—0,41	»	»	»	»		0,34	.	9,8	»	»	»	.
9	64,92	—0,67	»	»	»	»		0,71	.	9,7	»	»	»	.
10	65,01	—0,93	»	»	»	»		0,67	.	9,1	»	»	»	.
11	65,03	—1,23	»	»	»	»		1,44	.	8,9	»	»	»	.
Minuit.	64,98	—1,49	»	»	»	»		1,04	.	9,1	»	»	»	.
Totaux.	»	»	»	»	»	»		10,88	.	»	»	»	»	.
Moy...	764,78	—0,67	0,18	11,26	4,00	86,3	.	»	.	9,9	»	»	»	.

Remarques. (45)

Les résultats de chacune des colonnes (2), (3), (4), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (16), (22), (23), (24), (28), (29), (33), (34), (35), (36), (37), (41), (42), (43), (44), sont fournis par l'observation directe.

Le froid n'a pas permis l'utilisation des enregistreurs de la pluie, de l'humidité et de l'évaporation. Les nombres des colonnes (12) et (38) sont empruntés aux mesures directes trihoraires réparties heure par heure d'après les indications de l'atmographe.

La moyenne diurne des colonnes (28) et (29) est calculée sur les cinq observations diurnes de 6 h. du matin à 6 h. du soir.

Les valeurs en direction de la force magnétique sont ramenées à la fortification du bastion n° 82.

(5) (21) (25) (31) (32) (40). Résultats fournis par les enregistreurs relevés d'heure en heure.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 FÉVRIER 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Greenwich (transmises par l'Astronome royal, M.* G.-B. Airy) *et à l'Observatoire de Paris pendant le quatrième trimestre de l'année* 1879. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1879.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(10) Hygie.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Sept. 30	11.57.39	0.35. 2,51	— 0,63	80.21.14,1	+ 3,8	Paris.
Oct.. 3	11.43.39	0.32.49,49	— 0,81	80.35. 1,6	+ 3,9	Paris.
4	11.38.59	0.32. 5,22	— 0,92	80.39.43,5	+ 4,7	Paris.
6	11.29.40	0.30.37,50	— 0,74	80.49.11,5	+ 4,0	Paris.
7	11.25. 0	0.29.53,97	— 0,60	80.53.55,5	+ 1,1	Paris.
11	11. 6.25	0.27. 2,23	— 0,63	81.13.13,9	+ 1,0	Paris.

Dates. 1879.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(135) Hertha.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Oct.. 3	10.47. 8	23.36. 8,93	— 2,57	91. 3.20,0	+10,2	Paris.
4	10.42.30	23.35.26,93	— 2,53	91. 6.27,9	+11,2	Paris.
6	10.33.18	23.34. 6,82	— 2,58	91.12.21,9	+11,2	Paris.
7	10.28.45	23.33.29,06	— 2,47	91.15. 2,4	+ 5,5	Paris.
11	10.10.46	23.31.13,55	— 2,11	91.24.52,2	+10,0	Paris.
			(92) Undine.			
Oct.. 3	12.28.23	1.17.41,09	+ 1,04	97.58. 3,4	— 4,9	Paris.
4	12.23.43	1.16.57,05	+ 0,95	98. 2.46,1	— 7,0	Paris.
6	12.14.23	1.15.28,13	+ 0,86	98.11.58,5	— 4,1	Paris.
7	12. 9.43	1.14.43,59	+ 1,09	98.16.20,4	— 5,9	Paris.
10	11.55.40	1.12.28,52	+ 1,15	98.28.42,4	— 8,0	Paris.
11	11.50.59	1.11.43,25	+ 1,01	98.32.34,5	— 7,3	Paris.
25	10.55.13	1. 1.39,32	+ 1,61	99. 9.20,0	— 6,4	Greenwich.
30	10.23. 6	0.58.30,61				Paris.
31	10.18.35	0.57.55,38		99.14. 9,2		Paris.
			(19) Fortuna.			
Oct.. 16	12.27.53	1.59. 5,42	+15,16	77.38.35,9	—76,9	Greenwich.
25	11.44.43	1.51.16,87	+15,94	78.31.59,8	—85,2	Greenwich.
30	11.11.28	1.47. 0,52	+15,35	79. 1.50,1	—78,4	Paris.
31	11. 6.43	1.46.10,87	+15,19	79. 7.39,4	—78,0	Paris.
Nov.. 3	10.52.32	1.43.47,07	+14,97	79.24.40,4	—77,9	Paris.
5	10.43. 9	1.42.16,30	+15,02	79.35.38,8	—73,0	Paris.
12	10.11. 0	1.37.37,34	+14,34	80. 9.53,9	—73,2	Paris.
13	10. 6.30	1.37. 3,43		80.14.11,2		Paris.
13	10.15.49	1.37. 3, 3		80.14.13,1		Greenwich.
			(49) Palès.			
Oct.. 16	12.36.34	2. 7.47,73	+ 9,65	71.28.48,6	—64,4	Greenwich.
25	11.54.11	2. 0.47,23	+ 9,76	72. 5.39,2	—64,0	Greenwich.
30	11.21.18	1.56.51,61	+ 9,60	72.29. 3,3	—68,2	Paris.
31	11.16.36	1.56. 5,25	+ 9,49	72.33.58,6	—64,6	Paris.
Nov.. 3	11. 2.33	1.53.49,50	+ 9,44	72.48.41,1	—69,2	Paris.
12	10.21. 6	1.47.44,97	+ 9,22	73.33. 7,0	—65,9	Paris.
13	10.16.35	1.47. 9,72		73.37.55,2		Paris.

Dates 1879.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
		(13) Égérie.				
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Oct.. 16	13.11.24	2.42.43,99	+ 0,25	78.26.36,2	— 7,8	Greenwich.
25	12.26.37	2.33.18,00	+ 0,57	78.12. 9,3	— 9,0	Greenwich.
30	11.52. 2	2.27.40,55	+ 0,42	78. 4.21,8	—10,7	Paris.
31	11.46.57	2.26.32,01	+ 0,31	78. 2.50,0	— 8,5	Paris.
Nov.. 3	11.31.45	2.23. 6,46	+ 0,46	77.57.59,7	—13,1	Paris.
12	10.46.21	2.13. 4,02	+ 0,32	77.42.34,8	—10,0	Paris.
13	10.41.21	2.12. 0,18	+ 0,35	77.40.41,0	—10,5	Paris.
13	10.50.40	2.11.59,90	+ 0,48	77.40.41,9	— 8,8	Greenwich.
18	10.25.57	2. 6.55,39	+ 0,55	77.30.29,9	— 9,5	Greenwich.
		(32) Pomone.				
Nov.. 3	11.38. 9	2.29.32,22	— 1,39	75.11. 4,3	+ 8,1	Paris.
12	10.54.56	2.21.40,14	— 1,39	76. 6.55,0	+ 4,8	Paris.
13	10.50.10	2.20.50,20	— 1,35	76.12.57,7	+ 4,3	Paris.
		(9) Métis.				
Nov.. 12	11.50.13	3.17. 6,80	— 7,42	75.10.15,8	+35,9	Paris.
13	11.45.13	3.16. 2,64	— 7,37			Paris.
13	11.54.32	3.16. 2,30	— 7,29	75.10.49,5	+38,1	Greenwich.
14	11.49.32	3.14.58,11	— 7,24	75.11.17,8	+36,8	Greenwich.
19	11.24.36	3. 9.40,51	— 6,99	75.13.10,4	+37,0	Greenwich.
22	11. 9.44	3. 6.36,07	— 7,10	75.13.40,9	+37,6	Greenwich.
Déc.. 2	10.12. 3	2.57.31,41	— 6,84	75.10.30,8	+38,9	Paris.
		(12) Victoria.				
Nov.. 22	12 43.33	4.40.40,03	— 7,65	70.32.50,4	+18,9	Greenwich.
Déc.. 6	11.23.49	4.25.15,38	— 7,75	71.48.37,7	+27,3	Paris.
9	11. 8.52	4.22. 6,43	— 7,63	72. 4. 1,1	+28,2	Paris.
		(24) Thémis.				
Déc.. 6	12. 8.59	5.10.33,09	— 0,42			Paris.
8	11.59.18	5. 8.43,54	— 0,51	66.15. 4,9	+ 6,5	Paris.
9	11.54.27	5. 7.48,41	— 0,66	66.15.59,8	+ 6,1	Paris.

» Les comparaisons se rapportent aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations ont été faites à Paris par M. Renan. »

ASTRONOMIE. — *Détermination de la différence de longitude entre Paris et Bregenz;* par MM. **Lœwy** et **Th. von Oppolzer.**

« J'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie d'une opération qui a été effectuée en 1874 au nom de l'Autriche par M. Oppolzer, Correspondant de l'Institut, chargé de la direction des travaux géodésiques, et par moi au nom de l'Observatoire de Paris : il s'agit de la détermination des différences de longitude entre Paris et Bregenz. Cette opération, qui a pour but de relier la France et l'Autriche-Hongrie par un second point, présente un très grand intérêt à un double point de vue. Bregenz est le point presque le plus occidental de l'empire d'Autriche. La station du Pfender, située sur une montagne dans le voisinage immédiat de la ville, à une altitude de 1064^m environ, est un des points principaux du réseau géodésique européen. Par cette station l'Autriche se trouve déjà reliée à l'Allemagne, à l'Italie et à la Suisse.

» Cette détermination avait une grande opportunité à une époque où nous ne nous trouvions rattachés par aucune opération moderne au reste de l'Europe. La nouvelle entreprise avait donc un double but : nous relier une deuxième fois à l'Autriche et indirectement aux trois autres pays. La fermeture du triangle Paris-Vienne, Vienne-Bregenz et Paris-Bregenz nous fournissait de plus un contrôle précieux pour l'exactitude des trois longitudes successivement déterminées à cette époque.

» L'opération n'a pas été exécutée en double et d'une manière indépendante par les astronomes des deux pays; il a fallu alors établir un plan préalable aussi bien pour le choix des instruments que pour les méthodes à employer.

» Il fut décidé d'installer dans les deux stations des instruments aussi identiques que possible et des appareils électriques construits d'après les mêmes principes. L'instrument établi au Pfender était une lunette droite de $0^m,67$, sortie des ateliers de MM. Repsold et fils, à Hambourg. La lunette de Paris est celle qui avait déjà servi pour la longitude de Vienne et dont la description se trouve déjà dans les *Annales*, Mémoires, Tome IX.

» Se rendant au désir de l'observateur français, M. Oppolzer avait fait disposer à la station autrichienne une mire permettant de vérifier à tout instant l'état instrumental.

» Pour tenir compte de l'équation personnelle, il fut décidé de faire deux

séries d'opérations. La première a été effectuée en laissant les astronomes dans leurs stations respectives, et la deuxième en échangeant les postes d'observation.

» Pendant la première série, nous avons eu à lutter contre des conditions climatologiques défavorables. Le voisinage du lac de Constance, du Rhin et la configuration particulière de la grande chaîne des Alpes, qui entourent le Pfender, donnait lieu, pendant cette saison, à la formation de fréquentes agglomérations nuageuses aussi gênantes pour le travail astronomique que pour les observateurs. Elles rendaient souvent très difficiles les communications avec Bregenz, de telle sorte que M. Oppolzer se vit contraint de vivre presque un mois dans un isolement à peu près complet.

» La station a été gardée par un détachement de troupes autrichiennes sous le commandement du premier lieutenant G. chevalier de Steeb, qui remplissait en outre les fonctions d'assistant et nous a, en cette qualité, rendu des services sérieux.

» Les Administrations des lignes télégraphiques de Suisse, d'Autriche et de France ont bien voulu mettre à notre disposition un fil direct, ce qui nous a permis de faire l'échange de signaux sans l'intervention d'aucun appareil de translation.

» Pour la détermination de l'heure, nous avons employé les positions d'étoiles données dans le Catalogue des étoiles de culmination lunaire et de longitude publié par M. Lœwy. Pour apporter dans nos recherches une plus haute précision, nous avons effectué une première réduction qui nous a permis, à l'aide des fondamentales, de rectifier les ascensions droites des étoiles de longitude dont la position offrait encore quelque incertitude; en combinant les corrections ainsi trouvées avec celles obtenues ultérieurement pour les observations faites entre Paris, Marseille et Alger, nous avons pu baser nos recherches sur un Catalogue d'étoiles affranchi de toute erreur accidentelle et ne renfermant plus qu'une légère erreur systématique, inhérente aux groupes d'étoiles fondamentales employés.

» Par cette méthode, il nous a été permis d'utiliser pour la correction des pendules toutes les étoiles observées dans le cours d'une soirée et de nous dispenser de les observer simultanément dans les deux stations.

» Nous avons établi la règle de comparer les pendules deux fois chaque soir, au commencement et à la fin de nos opérations. Ce procédé est particulièrement recommandable, car il donne le moyen de déterminer directement le mouvement relatif des deux pendules, sans qu'il soit nécessaire de recourir aux observations astronomiques. Dans quelques soirées cepen-

dant nous n'avons pu remplir cette partie importante de notre programme, le mauvais état des lignes télégraphiques nous permettant à peine d'obtenir un seul échange de signaux.

» L'instruction générale à laquelle devaient se conformer les observateurs, aussi fidèlement que possible, contenait les articles suivants :

» 1° Effectuer un retournement de l'instrument durant l'observation de chaque étoile polaire;

» 2° Obtenir dans les deux positions de la lunette un nombre égal d'observations;

» 3° Déterminer l'azimut à l'aide des mêmes étoiles polaires.

» Ayant établi ainsi le plan de l'observation sur des instruments et des procédés identiques, nous ne nous sommes imposé aucune gêne pour ce qui constitue le mode de réduction des observations faites dans les deux stations. Cette liberté d'action nous semblait ne renfermer aucun inconvénient et offrait même un intérêt spécial. Il s'agissait de savoir si ce procédé différent de réduction n'accuserait pas une différence sensible dans l'évaluation de certaines constantes instrumentales. La comparaison des résultats ainsi obtenus d'une manière indépendante devait fournir aussi un contrôle précieux pour l'exactitude de nos calculs.

» Nous avons trouvé pour l'azimut et la mire, pour la valeur du niveau, les distances des fils et les inégalités des tourillons, des résultats qui présentent un accord très satisfaisant. Nous avons pu aussi constater d'une manière tout à fait indépendante une anomalie instrumentale qui se manifeste beaucoup plus souvent qu'on ne pourrait le supposer *a priori*, surtout lorsqu'il s'agit de petits instruments. La comparaison de la collimation par le retournement sur les polaires avec celle que nous a fournie la mire nous a révélé toujours une différence, très faible il est vrai, mais cependant assez sensible, entre ces deux données. Après un examen attentif de toutes les circonstances, nous avons reconnu que cette différence ne peut être attribuée qu'à un déplacement de l'axe optique pendant la rotation de la lunette. Pour corriger les observations de l'effet de cette variabilité de la ligne divisée, nous avons dû appliquer aux positions obtenues une correction empirique, et nous avons supposé le déplacement de l'axe optique proportionnel au cosinus de la distance zénithale.

» Dans le Tableau suivant on trouve l'ensemble de la détermination de l'heure effectuée dans les quatre séries d'observations. On a attribué à chaque correction du pendule un poids choisi, en tenant compte autant que possible de toutes les circonstances qui peuvent influer sur l'exactitude.

Ce poids, pour plus d'impartialité, estimé d'avance et sans connaître le degré de concordance que présentent les valeurs obtenues dans les diverses soirées, nous a servi pour combiner les résultats des observations effectuées simultanément dans les deux stations.

» En désignant par g le poids de la correction du pendule calculé pour l'instant de la comparaison dans une station et par g' celui de l'autre station, on a donné le poids $\frac{gg'}{g+g'}$ à la longitude déduite des deux séries d'observations considérées.

» Voici maintenant le Tableau renfermant la correction de l'heure :

Tableau renfermant l'ensemble des déterminations de l'heure.

		PARIS (OBSERVATEUR : LOEWY).				BREGENZ (OBSERVATEUR : OPPOLZER).			
Dates.		$C p_m$ et variations horaires.			Poids.	$C p_m$ et variations horaires.			Poids.
		s	s	h		s	s	h	
1874. Juillet	18	+ 2,255	0,00	t — 18,64	0,1	"	"	"	"
»	20	+ 5,205	0,00	t — 18,82	0,1	"	"	"	"
»	21	— 12,097	0,00	t — 17,96	0,3	"	"	"	"
»	22	— 12,267	0,00	t — 18,35	0,2	— 0.347	— 0,016	t — 18,31	0,6
»	23	"	"	"	"	— 0,420	— 0,025	t — 13,71	0,1
»	25	— 12,680	0,00	t — 16,60	"	"	"	"	"
»	26	+ 11,330	0,00	t — 16,40	"	— 1,864	— 0,025	t — 15,71	0,6
»	27	+ 10,951	0,00	t — 18,64	1,3	— 2,219	— 0,014	t — 18,31	1,4
»	28	"	"	"	"	— 2,506	— 0,030	t — 16,25	0,3
»	29	— 13,050	0,00	t — 15,14	"	"	"	"	"
»	29	+ 8,800	0,00	t — 17,15	"	"	"	"	"
»	30	— 13,242	0,00	t — 16,31	0,4	"	"	"	"
»	30	— 13,030	0,00	t — 17,90	"	"	"	"	"
»	31	— 13,498	0,00	t — 16,43	0,3	"	"	"	"
Août	2	— 13,729	0,00	t — 19,41	1,3	— 5,202	— 0,032	t — 18,63	1,4
»	3	— 13,676	0,00	t — 17,77	0,9	— 5,690	— 0,038	t — 16,63	0,2
»	4	"	"	"	"	— 6,413	— 0,038	t — 19,74	0,4
»	6	— 9,943	0,00	t — 17,86	1,0	"	"	"	"
»	7	— 14,023	0,00	t — 19,12	1,3	— 8,274	— 0,058	t — 18,60	1,6
»	10	— 14,632	0,00	t — 19,08	0,6	— 10,576	— 0,045	t — 16,23	0,4
»	11	— 14,618	0,00	t — 19,44	1,4	— 11,312	— 0,045	t — 16,17	0,5
		PARIS (OBSERVATEUR : OPPOLZER).				BREGENZ (OBSERVATEUR : LOEWY).			
		s	s	h		s	s	h	
1874 Août	15	— 14,817	— 0,004	t — 18,1	0,2	"	"	"	"
»	16	— 14,932	— 0,004	t — 19,2	1,3	— 15,191	— 0,03	t — 22,26	1,5
»	17	— 15,090	— 0,004	t — 19,4	0,3	— 15,710	— 0,03	t — 16,5	0,2
»	18	— 15,000	"	"	"	— 16,856	— 0,04	t — 18,09	1,2
»	19	— 15,009	+ 0,001	t — 19,3	1,2	— 17,613	— 0,03	t — 18,70	1,5
»	20	— 15,007	+ 0,000	t — 19,4	1,2	— 18,058	— 0,025	t — 18,87	1,5
»	21	— 14,998	+ 0,000	t — 19,6	1,5	— 18,651	— 0,025	t — 18,13	1,5
»	22	— 15,000	"	"	"	"	"	"	"

» La comparaison des pendules a été faite à l'aide des signaux envoyés d'une station à l'autre au moyen des appareils électro-magnétiques men-

tionnés plus haut. Ces signaux étaient enregistrés automatiquement dans les deux localités, c'est-à-dire que chaque signal sur l'appareil de Paris en reproduisait un semblable sur celui de Bregenz et réciproquement.

» Les procédés spéciaux pour se rendre indépendants de l'intensité des courants qui interviennent ont été exposés dans les publications faites depuis par les deux observateurs.

» Chaque comparaison de pendules se compose de deux groupes de signaux émanant d'un même courant électrique; chaque groupe renferme deux séries de trente-deux signaux qui se correspondent deux à deux et dont la comparaison fournit la différence d'heures entre les deux pendules, différence affectée d'une petite inégalité provenant du temps que le courant met à parcourir l'intervalle qui sépare les deux stations.

» En agissant de cette façon on a pu obtenir avec beaucoup de précision, pour un même instant physique, l'heure relative des deux pendules, et, en appliquant au moyen du Tableau précédent aux heures locales les corrections de pendule calculées pour l'instant de la comparaison, on arrive à la valeur de la longitude, affectée encore de l'équation personnelle des deux observateurs:

M. Oppolzer observant au Pfender et M. Lœwy à Paris.

		m s
Juillet	22........	29.45,32
	27........	45,42
Août	2........	45,41
	3........	45,29
	7........	45,30
	10........	45,33
	11........	29.45,43

M. Lœwy à la station du Pfender et M. Oppolzer à Paris.

		m s
Août	16........	29.44,92
	19........	44,94
	20........	44,93
	21........	29.44,89

» Les valeurs individuelles de la longitude inscrites dans ce Tableau accusent une concordance exceptionnelle qui nous donne la preuve de l'exactitude de nos opérations.

» En formant les moyennes de ces deux séries d'observations, on obtient les deux valeurs de la longitude $29^m 44^s,918$ et $29^m 45^s,372$, différentes entre elles du double de l'équation personnelle des observateurs. Cet élément physiologique, ainsi déterminé, est égal à $0^s,227$, et l'on trouve la différence de longitude entre le pavillon de l'Observatoire et la station du Pfender égale à $0^h 29^m 45^s,145$. Pour avoir la valeur par rapport au point géodésique, il faut retrancher du nombre directement obtenu $0^s,006$. On obtient ainsi, pour la différence de longitude entre le pavillon de l'Ob-

servatoire et le point géodésique du Pfender,

$$0^h 29^m 45^s,14.$$

» Pour compléter notre travail et fournir une preuve indépendante de l'exactitude des résultats trouvés, nous avons déterminé directement la valeur de notre équation personnelle pendant deux soirées successives, lors du séjour de M. Oppolzer à Paris, après avoir obtenu la première série. Cette détermination directe nous a donné $0^s,259$, valeur qui, vu le petit nombre d'étoiles sur lequel se base notre observation, présente un accord très satisfaisant. »

CHIMIE. — *Etudes sur l'acide persulfurique. De sa formation par électrolyse;* par M. **Berthelot**.

« 1. J'ai établi en 1878 l'existence d'un nouvel acide du soufre, l'acide persulfurique, et j'ai obtenu ce corps : soit à l'état anhydre et cristallisé, par l'effluve électrique; soit à l'état dissous, par l'électrolyse. Je me suis proposé d'étudier davantage le dernier procédé, afin de préparer l'acide persulfurique en quantités notables et d'en mesurer la chaleur de formation. J'ai réussi à avoir des liqueurs renfermant couramment 88^{gr} d'acide persulfurique, S^2O^7, au litre et pouvant atteindre jusqu'à 123^{gr} : limite qui n'a pas été dépassée, et qu'il est même difficile d'atteindre et de maintenir, la vitesse de décomposition spontanée du nouvel acide devenant égale à sa vitesse de formation dans des conditions données. Pour achever de définir le phénomène, il suffira de dire que la dernière liqueur contenait en même temps 375^{gr} d'acide sulfurique, S^2O^6, et 850^{gr} d'eau. Le rapport entre les poids des deux acides était celui de 1 : 3, et la liqueur renfermait sept fois son volume d'oxygène actif, c'est-à-dire excédant la composition de l'acide sulfurique.

» 2. On obtient ces résultats en plaçant l'acide sulfurique, convenablement dilué, $SO^4H + 10HO$ par exemple, dans un vase poreux, entouré d'un vase concentrique rempli du même liquide; les liquides sont refroidis par de l'eau circulant dans deux serpentins intérieurs; les électrodes sont formées de gros fils de platine soudés dans des tubes de verre, qu'ils dépassent de 2 ou 3 centimètres. Le nouveau composé peut être obtenu, même avec des tensions assez faibles, mais en petite quantité. Il vaut mieux recourir à 6 ou 9 éléments Bunsen, attelés 2 à 2 ou 3 à 3.

» 3. J'ai opéré avec des liqueurs voisines des compositions suivantes : $SO^4H + HO$, $SO^4H + 2\frac{1}{2}HO$, $SO^4H + 3\frac{1}{2}HO$, $SO^4H + 6HO$, $SO^4H + 7HO$, $SO^4H + 10HO$ (1 partie d'acide bouilli + 2 parties d'eau environ), et j'ai prolongé l'électrolyse pendant deux, trois, et jusqu'à dix jours consécutifs.

» 4. Quelle que soit la concentration employée au début, l'électrolyse donne lieu à des phénomènes caractéristiques. D'une part, il y a endosmose électrique du pôle positif, où se forme l'acide persulfurique, vers le pôle négatif, les liquides qui entourent les pôles étant identiques au début. Par suite, le vase poreux se vide peu à peu et le niveau s'y abaisse. Ce n'est pas tout : l'eau traverse le vase poreux en quantité plus grande que l'acide; malgré les pertes dues à l'électrolyse même, la concentration de l'acide s'élève sans cesse dans le vase positif, celle du vase négatif diminuant.

» Quel que soit le degré de dilution originel, on traverse ainsi successivement tous les degrés de concentration. L'acide finit par ne renfermer qu'un demi-équivalent d'eau, en surplus de sa formule normale, $SO^4H + \frac{1}{2}HO$; terme qu'il est difficile de dépasser, parce que la conductibilité des liqueurs diminue, à mesure que l'on approche de l'acide monohydraté, lequel n'est plus guère électrolysable. Voici quelques chiffres :

	I.	III.	II.	IV.
Acide originel...	$SO^4H + 10HO$	$SO^4H + 7HO$	$SO^4H + 2,5HO$	$SO^4H + 1,3HO$
Après quelques jours d'électrolyse et malgré des additions d'eau...	$SO^4H + 6HO$	24^h d'électrol... $+4,7HO$	16^h d'électrol... $+2,2HO$	17^h d'électrol... $+1,1HO$
		30 » ... $+ 3HO$	21 » ... $+ 2HO$	35 » ... $+0,9HO$
		48 » ... $+1,2HO$	40 » ... $+1,4HO$	48 » ... $+0,5HO$
			68 » ... $+1,3HO$	

» 5. En même temps que la concentration s'accroît, le caractère même de la réaction se modifie. A l'acide persulfurique pur, seul formé tant que l'acide renferme plus de 4HO, succède un mélange ou plutôt une combinaison de cet acide avec l'eau oxygénée. L'ensemble de ces deux produits tend, en effet, vers une composition définie, $S^2O^7 + 2HO^2$, le liquide principal étant compris entre $SO^4H + 3HO$ et $SO^4H + 2HO$. Mais, quand la concentration surpasse ce dernier terme, l'eau oxygénée tend à disparaître et elle se réduit à des quantités qui décroissent avec la dose de l'eau excédant l'acide monohydraté.

» 6. Donnons les nombres de nos expériences :

» 1° Soit d'abord la formation exclusive de l'acide persulfurique.

(1) $SO^4H + 10HO$ à l'origine.

» La proportion de l'eau a été maintenue au-dessus de 6HO, en rem-

plaçant tantôt par la liqueur originelle, tantôt par de l'eau pure la liqueur enlevée dans les dosages, ou chassée vers le pôle négatif. — 10^{cc} de liqueur renferment en oxygène actif (lequel est $\frac{1}{11}$ du poids de S^2O^7) :

Après 18 heures.	$23^{mgr},2$	Après 6 jours..	72^{mgr}	On ajoute de l'eau : le titre baisse à.............	100^{mgr}
» 42 heures.	$51^{mgr},5$	» 7 jours..	79	L'action de la pile ayant été interrompue un jour, nouvelle baisse à.......	64
» 4 jours...	60^{mgr}	» 8 jours..	87	Courant rétabli { 12 jours..	82
» 5 jours...	67^{mgr}	» 10 jours..	112	Courant rétabli { 13 jours..	98

» La liqueur demeure constamment exempte d'eau oxygénée ([1]), pendant l'électrolyse même; elle doit être analysée de suite.

» 2° Soit maintenant la production de l'eau oxygénée par électrolyse.

(2) $SO^4H + 7HO$ initial (vase poreux de petites dimensions).

» Après 24^h, $SO^4H + 4,7HO$: 51^{mgr} O actif (pas d'eau oxygénée).

» Après 30^h, $SO^4H + 3HO$: 67^{mgr} O actif; 17 sous forme de HO^2 et 50 de S^2O^7.

(3) $SO^4H + 2,5HO$ initial.

« Après 4^h : 34^{mgr} O actif, dont 8 sous forme de HO^2 et 26 de S^2O^7.

» Après 16^h : 74^{mgr} O actif, réparti également.

(4) $SO^4H + 1,3HO$ initial.

» Après 4^h : 24^{mgr} O actif, dont 3 sous forme de HO^2, et 21 de S^2O^7.

» 3° Soit la tendance de l'eau oxygénée et de l'acide persulfurique vers un rapport limite, pour les concentrations comprises entre $SO^4H + 3HO$ et $SO^4H + 2HO$.

(5) $SO^4H + 3HO$ initial.

» Après un certain temps : 86^{mgr} O actif, dont 29 sous forme de S^2O^7 et 57 de HO^2.

(6) $SO^4H + 2,5HO$ initial.

» Après 21^h, $SO^4H + 2,2HO$: 86^{mgr} O actif; 28 à l'état de S^2O^7 et 58 de HO^2.

(7) $SO^4H + 3HO$ initial.

» Après 3 jours, $SO^4H + 2,5HO$: 59^{mgr} O actif, dont 19 à l'état de S^2O^7 et 40 de HO^2.

([1]) On a dosé l'oxygène actif total par l'iodure de potassium et l'acide sulfureux, l'eau oxygénée par le permanganate de potasse, toujours en opérant sur des liqueurs très étendues.

» Le rapport $S^2O^7 + 2HO^2$ est d'autant plus remarquable qu'il se maintient sensiblement pendant la décomposition spontanée des liqueurs. Par exemple, la liqueur (5), conservée pendant 9 jours, est tombée à 35^{mgr} d'oxygène actif, dont 11 à l'état de S^2O^7 et 24 à l'état de HO^2. Après 27 jours, il n'y avait plus que 10^{mgr} d'oxygène actif, dont 3,5 à l'état de S^2O^7 et 6,5 à l'état de HO^2. La même liqueur ayant été portée à 50°, ce qui en a accéléré la décomposition, le rapport de ses deux composants, après refroidissement, a été trouvé le même.

» Le composé qui prend ainsi naissance, à l'état d'association avec l'acide persulfurique, est bien de l'eau oxygénée. En effet, il réduit le permanganate; il engendre de l'acide perchromique et du bioxyde de calcium, corps spécifiques; sa réaction sur l'iodure de potassium s'effectue avec les mêmes caractères chimiques et thermiques que celle de l'eau oxygénée pure, caractères tout spéciaux, comme on le dira plus loin; enfin la réduction totale des deux composés dégage la même quantité de chaleur.

» 4° Montrons encore que, pendant l'électrolyse d'un acide sulfurique initial plus concentré, l'eau oxygénée tend à disparaître, l'acide persulfurique subsistant et se formant de préférence, sans que cependant sa proportion maximum revienne aux mêmes limites que dans les liqueurs plus étendues citées précédemment.

» (8) Liqueur (6) renfermant aux débuts de la nouvelle expérience, c'est-à-dire :

» Après 22 heures d'électrolyse antérieure, $SO^4H + 2,2HO$: 86^{mgr} O actif, dont 28 à l'état de S^2O^7, 58 de HO^2.

» On poursuit l'électrolyse et l'on obtient :

» Après 40 heures, $SO^4H + 2HO$: 81^{mgr} O actif, dont 62 à l'état de S^2O^7, 19 de HO^2.
» Après 68 heures, $SO^4H + 1,3HO$: 62^{mgr} O actif, dont 54 à l'état de S^2O^7, 8 de HO^2.

» 7. Ainsi la formation de l'eau oxygénée par électrolyse passe par un maximum, lequel semble répondre à une *combinaison définie d'acide persulfurique et d'eau oxygénée* : $S^2O^7, 2HO^2$, analogue à la combinaison de bioxyde de baryum et d'eau oxygénée, BaO^2, HO^2, découverte par M. Schöne.

» La formation d'une telle combinaison s'opère seulement, comme il a été dit, à partir d'une certaine concentration : ce qui est sans doute attribuable à cette circonstance que dans un système complexe le courant électrolytique passe de préférence par le corps le moins résistant. Or ce corps peut changer de nature, dans un liquide acide dont l'état d'hydratation

se modifie peu à peu, par suite de l'endosmose électrique signalée plus haut. Aux débuts, le courant passerait ainsi par l'acide sulfurique étendu, en formant de l'acide persulfurique; plus tard, l'acide sulfurique étant devenu moins hydraté et plus résistant, l'electrolyse se porterait sur l'acide persulfurique et formerait de l'eau oxygénée; mais je n'insiste pas sur une interprétation fondé sur des faits encore obscurs.

» 8. Au contraire, je vais citer les faits propres à expliquer la disparition finale de l'eau oxygénée, dans les liquides électrolysés qui surpassent une certaine concentration. On en rend compte et on peut la reproduire, indépendamment de toute influence électrique, je veux dire par la réaction directe de l'acide sulfurique concentré sur l'eau oxygénée.

» En effet, j'ai pris 10^{cc} d'une solution d'eau oxygénée très pure, renfermant 26^{mgr} d'oxygène actif ($5^{gr},5$ de HO^2 au litre); je les ai refroidis vers 0° et je les ai mélangés, non sans précaution, avec de l'acide sulfurique bouilli, refroidi lui même à -12°, et plongé dans un appareil réfrigérant; la liqueur finale renfermait $SO^4H + HO$. Aussitôt après le mélange, la liqueur contenait encore 23^{mgr} d'oxygène actif, dont 3 seulement à l'état d'eau oxygénée et 20 à l'état d'acide persulfurique. Quelques heures après, l'eau oxygénée n'avait pas augmenté.

» Je suis arrivé au même résultat, en opérant au moyen du système qui renferme le composé $S^2O^7 + 2HO^2$ formé par électrolyse : ce composé est également détruit et changé presque totalement en acide persulfurique, lorsqu'on le mélange avec un excès d'acide sulfurique monohydraté.

» Réciproquement, un acide sulfurique moins concentré, mélangé avec l'eau oxygénée, ne forme pas d'acide persulfurique, pas plus que l'acide persulfurique en solution sulfurique concentrée ne régénère *immédiatement* l'eau oxygénée par une addition d'eau. Précisons : l'acide $SO^4H + 1,3HO$ étant mêlé avec un poids équivalent d'eau HO (laquelle renferme d'ailleurs $5^{gr},5$ d'eau oxygénée au litre), il se forme un peu d'acide persulfurique. Avec $SO^4H + 3\frac{1}{2}HO$ et HO (renfermant la même dose de HO^2), il ne s'est pas produit d'acide persulfurique. Enfin, le composé $S^2O^7 + 2HO^2$ étant étendu avec beaucoup d'eau, ses deux composants subsistent quelque temps; puis ils se détruisent lentement, chacun pour son propre compte. On voit par là que le composé $S^2O^7 + 2HO^2$ résulte réellement de l'action électrolytique.

» Pour achever de définir ces phénomènes, examinons la stabilité propre de l'acide persulfurique.

9. *Stabilité.* — L'acide persulfurique, abandonné à lui-même, se détruit

peu à peu et complètement. Au bout de neuf jours, par exemple, une solution renfermant 98^{mgr} d'oxygène actif (c'est-à-dire $1^{gr},1$ d'acide persulfurique S^2O^7) dans 10^{cc} n'en renfermait plus que 31^{mgr}; au bout de dix-sept jours, une solution renfermant 37^{mgr} était tombée à 5^{mgr}; au bout d'un mois, une solution renfermant 91^{mgr} était réduite à 1^{mgr}, etc. La décomposition des solutions concentrées d'acide persulfurique est plus rapide que celle des solutions aqueuses et étendues d'eau oxygénée, et que celle de l'ozone gazeux.

» Observons cependant que cette comparaison est imparfaite, les conditions dans lesquelles les trois substances ont été étudiées n'étant guère comparables. En effet, la vitesse de décomposition de l'acide persulfurique varie suivant l'agitation de la liqueur, son titre acide et la température.

» 1° En l'agitant vivement, on facilite le dégagement de l'oxygène, par suite de l'influence exercée par l'atmosphère gazeuse dans laquelle l'oxygène peut se dégager, et conformément aux expériences de M. Gernez sur les dissolutions gazeuses sursaturées. Au contraire, cette influence d'une agitation extérieure n'existe guère sur l'ozone pur, contenu dans un flacon.

» 2° L'élévation de la température active la décomposition de l'acide persulfurique, aussi bien que celle de l'eau oxygénée et de l'ozone. Cependant son influence est loin d'être instantanée : des solutions persulfuriques renfermant $0^{gr},081$ et $0^{gr},098$ d'oxygène actif et répondant à $SO^4H + 6,5HO$ ont pu être portées à 50° pendant une minute, puis lentement refroidies, sans que leur titre ait changé. Ces mêmes solutions, étendues de 20^{vol} d'eau, n'ont pas changé de titre, même lorsqu'on porta les liqueurs aqueuses à 50° pendant un moment.

» 3° La stabilité de l'acide persulfurique croît avec la dilution de l'acide total, contenu dans la liqueur. L'acide total étant $SO^4H + HO$ et renfermant $0^{gr},023$ d'oxygène actif, n'en renfermait plus, au bout de 9 jours, que des traces presque inappréciables. L'acide total, étant $SO^4H + 6HO$, a baissé pendant le même temps de $0^{gr},098$ à $0^{gr},031$.

» Enfin une portion de ce dernier acide, ayant été étendue dès l'origine avec 20 fois son volume d'eau, opération qui n'en a pas changé le titre, puis conservée pendant 9 jours, a baissé seulement de $0^{gr},098$ à $0^{gr},090$. Ces chiffres donnent une idée de la stabilité relative de l'acide persulfurique.

» 10. Pour compléter ce sujet, il me reste à parler d'observations plus délicates encore et relatives à la formation spontanée de l'eau oxygénée (ou plutôt du composé spécial déjà signalé) dans les solutions d'acide

persulfurique, telles que $SO^4H + 6HO$, au sein desquelles l'électrolyse avait produit d'abord de l'acide persulfurique pur. Si on les conserve, au bout de 8 à 10 jours, on trouve une dose sensible d'eau oxygénée, formée en même temps que le titre total en oxygène actif a baissé.

» Par exemple, une liqueur contenant 82^{mgr} d'oxygène actif, entièrement à l'état d'acide persulfurique, ne contenait plus, après quelques jours de conservation dans un flacon clos, que 70^{mgr}, dont 9^{mgr} à l'état de HO^2. Une liqueur contenant 98^{mgr}, après neuf jours, ne renfermait plus que 31^{mgr} d'oxygène actif, dont $4^{mgr},5$ à l'état de HO^2. Une liqueur contenant 37^{mgr} d'oxygène actif était réduite, après dix-sept jours, à 5^{mgr}, dont $0^{mgr},5$ sous forme de HO^2, etc.

» Cette formation d'eau oxygénée ne paraît pas due à une réaction lente de l'eau contenue dans les liqueurs et à un équilibre résultant entre les deux composés suroxygénés, comme on aurait pu le penser d'abord. En effet, la liqueur diluée avec 20 volumes d'eau, et qui s'est conservée presque sans variation pendant neuf jours (98^{mgr} réduits à 90^{mgr}), n'a donné lieu à aucune formation appréciable d'eau oxygénée. La formation de l'eau oxygénée est donc simultanée avec la décomposition lente de l'acide persulfurique. Elle en est probablement corrélative, comme nous l'avons déjà admis plus haut pour rendre compte de sa formation par électrolyse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur de nouveaux dérivés de la nicotine;* par MM. **A. Cahours** et **A. Étard**.

« Dans une Note que nous avons publiée, M. Étard et moi, dans la séance du 19 mai 1879 (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 999), nous avons fait voir que, lorsqu'on chauffe progressivement la nicotine avec du soufre à une température qui ne doit pas dépasser 170°, la base organique étant employée en excès, il se formait un produit dont la composition est exprimée par la formule

$$C^{40}H^{18}Az^4S^2 = \left\{ \begin{matrix} C^{20}H^9Az^2 \\ C^{20}H^9Az^2 \end{matrix} \right\} S^2,$$

auquel nous avons donné le nom de *thiotétrapyridine*, sa formation étant analogue à celle de la thianiline. Cette substance, qui joue, de même que la nicotine, le rôle de base et forme avec les acides des combinaisons définies, nous a donné, dans son contact avec certaines substances simples

et composées, des dérivés fort intéressants que nous nous proposons de faire connaître aujourd'hui.

» En maintenant en ébullition pendant quelque temps au réfrigérant ascendant de la thiotétrapyridine bien pure avec de l'acide azotique ordinaire étendu de son volume d'eau, évaporant la liqueur acide en consistance sirupeuse et l'abandonnant à elle-même dans un endroit frais, on voit se déposer au bout de quelques jours des cristaux groupés en mamelons qui renferment de l'acide azotique en combinaison.

» Ces cristaux, redissous dans l'eau, donnent une liqueur acide qui, neutralisée, puis traitée par l'azotate d'argent, donne naissance à un dépôt floconneux blanc, renfermant 47,5 pour 100 d'argent; le calcul donne 46,9.

» Mis en suspension dans de l'eau qu'on fait traverser par un courant d'acide sulfhydrique, le précipité précédent se décompose, et l'on obtient une liqueur acide qui, débarrassée du sulfure d'argent par la filtration, abandonne par l'évaporation des cristaux parfaitement blancs, aiguillés, un peu ternes, fusibles à 228°-229°. Ce point de fusion, la proportion d'argent laissée par la calcination du sel, ainsi que l'ensemble des propriétés que présente ce produit, le caractérisent comme étant l'acide nicotianique ou carboxypyridique de Laiblin.

» Cet acide, distillé sur de la potasse ou sur de la chaux, laisse dégager en outre de la pyridine. La base sulfurée résultant de l'action du soufre sur la nicotine fournit donc de l'acide nicotianique à la manière de cette dernière.

» Les acides à radicaux pyridiques étant susceptibles de former des sels avec d'autres acides et fonctionnant eux-mêmes comme bases, nous pouvons considérer les cristaux dont nous avons parlé plus haut comme de l'azotate d'acide nicotianique. Cet azotate, chauffé dans un tube, fournit un mélange de vapeurs nitriques et nitreuses en même temps qu'un sublimé cristallin blanc. Ce même azotate, chauffé avec un excès de chaux vive, dégage de la pyridine. Les eaux mères d'où l'azotate précédent s'est déposé donnent, par l'addition d'un sel de baryte, un abondant précipité de sulfate de cette base, le soufre de la thiotétrapyridine s'étant transformé complètement en acide sulfurique par l'action de l'acide azotique.

» L'action des métaux des dernières sections, cuivre, mercure, argent, que nous avons mis en présence de la thiotétrapyridine à une température d'au moins 300°, en vue de la désulfurer et de mettre à nu les radicaux basiques qu'elle renferme, nous a fourni les résultats suivants.

» Le cuivre réduit par l'hydrogène est celui dont l'emploi nous a paru

le plus avantageux. A cet effet, on broie 10gr de la base sulfurée avec 20gr à 25gr de cuivre; puis on introduit le mélange dans une cornue qu'on chauffe à feu nu, doucement d'abord et progressivement jusqu'au rouge sombre. On recueille dans un récipient annexé à la cornue une huile à peine colorée, bouillant à une température élevée; la cornue renferme du sulfure de cuivre mélangé d'un résidu charbonneux. Cette huile, de nature basique, bout entre 274° et 275°; elle est incolore, très peu mobile, très réfrangible, et se colore graduellement au contact de l'air. Elle ne se congèle pas à −20°; dans ce cas, elle devient visqueuse et prend la consistance de la glycérine. Son odeur rappelle celle de certains champignons. Sa densité à 13° est égale à 1,1245. Son pouvoir rotatoire est nul. Très peu soluble dans l'eau bouillante et s'en déposant entièrement à froid, elle se dissout facilement dans l'alcool et dans l'éther.

» Elle se dissout également avec dégagement de chaleur dans l'acide chlorhydrique, avec lequel elle forme un sel de couleur citronnée. Ce chlorhydrate ne cristallise pas et brunit fortement à l'air. La potasse et l'ammoniaque en précipitent la base. L'analyse de la base libre nous a donné les résultats suivants : 0gr,325 de matière ont donné 0gr,195 d'eau et 0gr,899 d'acide carbonique, d'où l'on déduit pour la composition en centièmes :

Carbone	75,43
Hydrogène	6,65

» La formule $C^{20}H^{10}Az^{2}$ donne :

Carbone	75,94
Hydrogène	6,32

» D'après cette analyse, confirmée par celle des composés suivants, on se trouve amené à adopter pour cette base une formule identique à celle de la dipyridine, dont elle serait l'isomère et de laquelle elle se différencie par l'ensemble de ses propriétés; nous la désignerons, par suite, sous le nom d'*isodipyridine*.

» Le *chloroplatinate* préparé par précipitation du chlorhydrate se présente sous la forme de cristaux microscopiques très nets, dont la couleur rappelle celle du bichromate de potasse.

» Redissous dans l'eau, ce chloroplatinate se dépose en lamelles couleur de bichromate foncé, de plusieurs millimètres et douées de beaucoup d'éclat.

» L'analyse de ce sel, qui donne pour le platine, l'hydrogène et l'eau les

nombres 25,75, 3,2 et 4,90, conduit à la formule

$$2(C^{20}H^{10}Az^2, HCl), Pt^2Cl^4 + 2H^2O^2.$$

» Pendant la recristallisation du sel il se dépose, en même temps que les cristaux lamelleux dont nous venons de parler, une poudre ressemblant pour l'aspect à l'oxydule de cuivre, laquelle provient de la décomposition qu'éprouve le chloroplatinate au contact de l'eau bouillante. En maintenant pendant un certain temps l'ébullition de la liqueur, on augmente la proportion de ce produit. Un fait analogue a été signalé récemment par M. Baeyer à l'occasion du chloroplatinate de picoline, qui dans des circonstances analogues fournit un dérivé organique du platine représenté par la formule

$$Pt^2Cl^2 \begin{matrix} \diagup C^{12}H^7AzCl \\ \diagdown C^{12}H^7AzCl \end{matrix}.$$

» Le *chloromercurate d'isodipyridine* se présente sous la forme de lames d'un blanc verdâtre, peu solubles dans l'eau et décomposables par elle à la manière du chloroplatinate. Sa composition est représentée par la formule

$$C^{20}H^{10}Az^2, HCl, HgCl.$$

» Le ferricyanhydrate est un beau sel qui se présente sous la forme d'aiguilles très brillantes, d'un brun verdâtre ; sa composition est représentée par la formule

$$Fe^4Cy^{12}H^6, 4(C^{20}H^{10}Az^2) + 5H^2O^2.$$

» Nous allons résumer maintenant les caractères de l'alcaloïde et de ses sels.

» A l'état libre, sa solution aqueuse précipite :

» L'azotate d'argent en blanc ;

» Le sublimé corrosif en blanc ; le précipité se redissout à chaud.

» L'acide picrique donne un sel cristallisé en petites aiguilles jaunes.

» Le chlorhydrate de la base donne :

» Avec l'eau de brome un précipité jaune;

» Avec la dissolution d'iode un précipité brun ;

» Avec le ferrocyanure de potassium un précipité jaune citron, formé de cristaux microscopiques très nets.

» Le ferricyanure ne donne pas de suite de précipité ; lorsqu'on ajoute un excès de réactif, le précipité se redissout et se dépose ensuite sous la forme de cristaux aiguillés très brillants.

» Avec le chlorure d'or on obtient un précipité brunâtre qui se redissout à chaud en donnant une liqueur d'un vert sale.

» Avec le perchlorure de fer on obtient une réaction caractéristique. Rien ne se précipite dès l'abord, mais par l'ébullition la liqueur se fonce et prend une belle teinte rouge orangé très riche.

» Le dédoublement de la base sulfurée par le cuivre en fournissant de l'isodipyridine ne peut s'expliquer qu'en admettant qu'une partie de cette base cède de l'hydrogène à l'autre, et l'on constate, en effet, la décomposition d'une partie de cette dernière.

» On constate, en outre, la formation de cette isodipyridine lorsqu'on fait agir en tubes scellés, à la température de 180°, une solution alcoolique de potasse sur la base sulfurée, condition dans laquelle on peut considérer cette solution comme hydrogénante. En prolongeant le contact entre les substances réagissantes et portant la température à 200°, on augmente la proportion d'isodipyridine.

» Bien que l'action de la chaleur, soit sur un mélange de cuivre et de la base sulfurée, soit sur un mélange de cette dernière et d'une solution alcoolique de potasse, nous ait donné de l'isodipyridine, nous ne nous serions pas crus suffisamment fondés à affirmer que cette isodipyridine fût le groupement fondamental de la nicotine, groupement autour duquel viendraient se fixer 4^{at} d'hydrogène. Afin de pouvoir être plus affirmatifs, nous avons essayé d'enlever directement 4^{at} d'hydrogène à la nicotine par oxydation et de vérifier l'équation

$$C^{20}H^{14}Az^2 + O^4 = C^{20}H^{10}Az^2 + 2H^2O^2.$$

» Laiblin, en oxydant à fond la nicotine par l'acide azotique, a, comme on sait, obtenu l'acide carboxypyridique, que nous avons obtenu de notre côté par l'action du même réactif sur la base sulfurée. En essayant d'arriver au but que nous nous proposions d'atteindre, nous nous sommes arrêtés au ferricyanure de potassium en solution alcaline. On opère sur les quantités théoriques exigées par l'équation

$$\begin{aligned} C^{20}H^{14}Az^2 + 4(Fe^2Cy^6K^3) + 4(KHO^2) \\ = 8(FeCy^3K^2) + 4H^2O^2 + C^{20}H^{10}Az^2. \end{aligned}$$

On mélange la nicotine et la potasse, puis on ajoute assez d'eau pour obtenir une dissolution limpide; on verse alors par petites portions le ferricyanure, qui bientôt se décolore. Le liquide étant finalement soumis à la distillation, on sature les eaux distillées par l'acide chlorhydrique; on con-

centre la liqueur par évaporation, puis on précipite par la potasse le mélange des bases qu'on enlève au moyen de l'éther. En évaporant cette solution pour chasser l'éther et distillant, il passe d'abord de la nicotine inaltérée, puis, vers la fin, de l'isodipyridine.

» Les mélanges de nicotine et d'isodipyridine sont, du reste, faciles à séparer : il suffit pour cela d'ajouter assez d'eau pour produire un trouble laiteux; la nicotine, très soluble dans l'eau froide, s'y dissout en entier, tandis que l'isodipyridine, qui y est insoluble, se dépose sous la forme d'une huile. Nous avons constaté son identité parfaite avec celle qu'on obtient par la désulfuration de thiotétrapyridine. Nous nous croyons dès lors fondés à considérer l'isodipyridine comme le noyau fondamental de la nicotine, conformément à l'hypothèse que nous avons émise dans notre première Note.

» Nous proposant de rechercher les modifications que pourrait éprouver la nicotine à une température élevée, nous avons fait passer 500^{gr} de cette substance réduite en vapeur à travers un tube de fer de $1^m,25$, rempli de fragments de porcelaine, maintenu à une température un peu supérieure à celle du rouge sombre, et communiquant avec un appareil qui permettait de condenser les vapeurs et de recueillir les gaz. Nous avons constaté qu'environ 385^{gr} à 390^{gr} de nicotine avaient échappé à la décomposition. Les cent et quelques grammes de nicotine décomposée nous ont donné 30^{lit} environ d'un gaz formé d'hydrogène libre et d'hydrocarbures appartenant à la première et à la seconde famille.

» Les produits condensés dont le point d'ébullition était inférieur à 200° se composaient d'alcaloïdes appartenant à la série pyridique; à l'aide de distillations fractionnées, nous en avons retiré 4^{gr} à 5^{gr} environ de pyridine et autant de picoline. Le produit le plus abondant que nous ayons extrait de ce mélange est une collidine bouillant entre 170° et 171°, dont le poids après purification s'élevait à environ 22^{gr} à 23^{gr}; nous nous proposons d'en fixer ultérieurement la constitution. En soumettant pareillement à des redistillations les produits qui bouillent au-dessus de 250°, nous en avons retiré de nouvelles substances basiques dont nous n'avons pu déterminer la nature, en raison de leur trop faible proportion.

» Nous nous faisons un devoir, en terminant cette Note, d'adresser nos remercîments à M. Bruère pour le concours précieux qu'il nous a prêté en préparant pour nous, dans le laboratoire que M. Schlœsing avait mis gracieusement à notre disposition, le stock assez considérable de nicotine qui a servi à nos recherches. »

BOTANIQUE. — *Évolution de l'inflorescence chez des Graminées* (IIIe Partie); *ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans des* Phleum, Cynosurus, Poa; par M. **A. Trécul.**

« Dans une jeune inflorescence de *Phleum pratense*, les faisceaux du rachis sont ordonnés suivant deux arcs opposés très ouverts, qui donnent lieu à une section transversale elliptique, aux petits côtés de laquelle correspond l'insertion des rameaux, tandis qu'au milieu de chaque grande face est un faisceau primordial, le plus volumineux de l'arc. C'est dans ces deux faisceaux primordiaux que naissent les premiers vaisseaux. Dans une inflorescence haute de $2^{mm},35$, il existait en eux deux courts vaisseaux, l'un un peu plus long que l'autre, situés un peu au-dessous du milieu de la hauteur du rachis, dans le deuxième quart de celui-ci. Plus tard il naît un vaisseau dans un faisceau latéral de chaque côté des principaux. Il en est formé ensuite dans un ou deux faisceaux plus faibles opposés aux petits côtés de l'ellipse. Des faisceaux plus grêles encore et plus externes alternent ultérieurement avec les premiers. Le pédoncule encore jeune présente une disposition analogue des faisceaux centraux, avec deux séries de faisceaux plus ténus et plus externes, alternant avec les précédents.

» Dans des inflorescences de 12^{mm} à 15^{mm}, l'accroissement prédominant par en haut, les rameaux sont d'autant plus avancés et les épillets d'autant plus accusés qu'ils sont insérés plus haut; ceux d'en bas sont, par conséquent, les moins développés. Mais les vaisseaux apparaissent d'abord dans les rameaux de la région moyenne. Ainsi, dans une inflorescence de 12^{mm}, il n'y avait de vaisseaux que dans le huitième et le neuvième rameau d'un côté, et dans les dixième, onzième et douzième de l'autre côté, à compter d'en bas. Tous les rameaux placés au-dessus et au-dessous étaient dépourvus de vaisseaux ([1]).

» Ce premier vaisseau de chaque rameau est libre, et, sous ce rapport, le *Phleum pratense* est particulièrement intéressant, car ce vaisseau commence près du haut de l'axe secondaire, au niveau du dernier épillet latéral

---

([1]) J'ai dit antérieurement que l'ordre d'accroissement des rameaux ne suit souvent pas leur ordre de naissance. Il en est de même de l'ordre d'apparition des vaisseaux dans les rameaux. Ainsi, dans le *Setaria germanica*, où les rameaux naissent manifestement de bas en haut, ce sont les rameaux de la région moyenne qui les premiers présentent des vaisseaux. Cela s'observe aussi dans les rameaux du *Setaria glauca*.

d'un côté et des deux supérieurs de l'autre. Le vaisseau s'allonge ensuite par en bas. Dans l'inflorescence du *Phleum asperum*, le premier vaisseau commence plus bas dans l'axe du rameau. Je crois devoir faire observer, mais ce n'est qu'une coïncidence, que, dans le *Phleum pratense*, la base des tout jeunes rameaux est plus largement adhérente à l'axe primaire. Ils forment d'abord une sorte de plaque adhérente que l'on voit se partager en plusieurs générations de ramules. Au moment de la naissance du premier vaisseau, leur partie libre est moins étendue que dans le *Phleum asperum*.

» L'apparition du premier vaisseau des rameaux secondaires est non moins instructive. Il naît libre aussi, celui des ramules d'en bas avant ceux des ramules supérieurs. Cependant j'ai remarqué, dans les *Phleum asperum* et *pratense*, que le vaisseau du deuxième ramule d'un côté apparaît parfois avant celui du ramule inférieur placé au-dessous. Quand les ramules secondaires sont courts, le vaisseau naît dans l'insertion même de ce ramule; quand le ramule est plus long, le vaisseau commence, au moins souvent, en haut de cet axe tertiaire, tout près de son épillet terminal (*Phleum pratense*, etc.). A un âge plus avancé, on peut suivre longuement ce premier vaisseau ou le fascicule vasculaire dont il est le début, dans l'axe du rameau-mère, où il descend librement, indépendant des autres faisceaux qui parcourent longitudinalement cet axe.

» Le *Cynosurus cristatus* et les *Poa trivialis* et *annua* forment une transition du troisième type structural au quatrième [1], en ce que, dans le *Cynosurus*, les mérithalles inférieurs ont deux arcs opposés de trois faisceaux chacun, dans lesquels les vaisseaux naissent dans l'ordre suivant : le premier vaisseau apparaît dans le médian dorsal; le deuxième vaisseau naît dans le médian de la face antérieure; puis successivement il en est produit dans les deux faisceaux latéraux dorsaux, et ensuite dans les deux faisceaux latéraux de la face antérieure.

» Voici quelques exemples de la position longitudinale des premiers vaisseaux dans de jeunes inflorescences. Une inflorescence de $1^{mm},65$ avait un vaisseau long de $0^{mm},50$, étendu depuis la hauteur de l'aisselle du deuxième rameau latéral inférieur de la série A' (la série A étant celle dont le rameau inférieur est le plus bas placé), jusque vers le milieu de l'inflorescence. Dans une inflorescence de $2^{mm},15$ et une autre de 3^{mm} il n'y avait qu'un seul vaisseau qui descendait seulement au niveau des rameaux inférieurs et qui montait vers les deux tiers de la première inflo-

---

(1) *Voir* pour ces types aux pages 212 et 213 de ce volume.

rescence et un peu plus haut dans la deuxième. Il appartenait au faisceau dorsal médian. Le rachis d'une inflorescence de $2^{mm},75$ avait deux vaisseaux : l'un, dans le vaisseau dorsal médian, descendait jusqu'au niveau de la dernière feuille de la tige; l'autre, occupant, dans le faisceau médian antérieur, la partie inférieure du rachis, commençait au niveau de l'aisselle du rameau inférieur. Dans une autre inflorescence de $2^{mm},75$, le faisceau dorsal avait deux vaisseaux et le faisceau opposé antérieur un seul.

» Une inflorescence de $7^{mm},50$ avait, au-dessous de la région moyenne du rachis, des vaisseaux dans quatre faisceaux : 1° trois vaisseaux dans le dorsal médian; 2° deux vaisseaux dans le médian antérieur; 3° deux vaisseaux non encore striés, mais bien accusés, dans un latéral dorsal; 4° un seul vaisseau dans l'autre latéral dorsal. Un peu plus haut dans le même rachis, il n'y a de vaisseaux que dans trois faisceaux, les deux médians et un latéral dorsal; plus haut encore, dans deux faisceaux, dans le médian dorsal et dans le médian antérieur; plus haut enfin, dans le médian dorsal seul.

» Dans une inflorescence de $11^{mm},75$, il y a des vaisseaux dans six faisceaux, ordonnés suivant deux arcs opposés, dans la partie inférieure du rachis et dans son pédoncule de $0^{m},001$ de longueur, ce qui rapproche le *Cynosurus* des *Phleum;* mais plus haut cette symétrie disparaît.

» L'apparition des premiers vaisseaux des rameaux de l'inflorescence donne aussi à cette plante beaucoup d'intérêt. Ces premiers vaisseaux des rameaux commençaient à paraître dans l'inflorescence de $7^{mm},50$ citée plus haut. Il y avait dans le deuxième rameau de gauche et dans le troisième de droite (vus par la face antérieure) un court vaisseau, dont la base libre était à la hauteur de l'aisselle de chaque rameau. Dans des inflorescences plus âgées, les premiers vaisseaux des divers organes des épillets fertiles et des épillets stériles méritent aussi l'attention. On trouve que de jeunes folioles, glumes ou glumelles, peuvent avoir un vaisseau ou même un fascicule près du sommet, tandis qu'à la base il n'existe pas encore de vaisseau. Dans des folioles plus âgées, ce fascicule plus fort s'allonge par en bas, tandis qu'à la partie inférieure de l'organe apparaît un court vaisseau, libre aussi par les deux bouts. Dans des organes un peu plus avancés les deux fragments vasculaires sont réunis, mais leur base commune peut encore être libre, ou bien elle est réunie à un faisceau du rameau. D'autre part, l'axe de l'épillet fertile constitue une sorte de sympode, dont chaque mérithalle est terminé par une fleur. Il n'est pas rare de trouver indépendant le premier vaisseau de chaque mérithalle; il ne s'unit qu'un peu plus tard au faisceau du mérithalle précédent. Enfin, les étamines de chaque fleur ont

des vaisseaux d'abord libres, comme ceux d'étamines que j'ai citées.

» Dans le *Poa annua,* l'ellipse suivant laquelle sont distribués les faisceaux du rachis sur la coupe transversale n'est point partagée en deux arcs opposés, comme dans les plantes du troisième type. Cependant j'ai obtenu quelquefois, dans la partie inférieure du rachis du *Poa trivialis,* six faisceaux dont la disposition imitait, à un certain degré, celle des faisceaux des *Phleum,* et mieux celle des six faisceaux de la partie inférieure du rachis du *Cynosurus cristatus,* quoique la symétrie fût moins parfaite que dans ce dernier. Mais le plus souvent, dans le *Poa annua,* on obtient, dans la région inférieure, cinq faisceaux, à l'intérieur desquels apparaissent successivement les vaisseaux, dans l'ordre que j'ai indiqué à la page 213.

» L'étude longitudinale de ces premiers vaisseaux est très instructive, à cause de la facilité de l'observation. L'inflorescence a souvent cinq rameaux de chaque côté, quelquefois six ou quatre seulement. Ce sont ceux de la région moyenne qui les premiers acquièrent des vaisseaux (inflorescences de $3^{mm},15$ ou environ), et les rameaux d'en haut en ont avant les inférieurs (inflorescences de $3^{mm},65$ et de $4^{mm},25$).

» Le premier vaisseau de l'inflorescence entière, ai-je dit, naît dans le faisceau dorsal du rachis; il en occupe la région moyenne. Les inflorescences qui le présentaient ainsi avaient de $1^{mm},35$ à $1^{mm},65$ de hauteur.

» Ce vaisseau s'allonge par en haut et par en bas. Par en haut il atteint l'épillet terminal, et sur lui s'insèrent plus tard les premiers vaisseaux des rameaux supérieurs. Par en bas il descend dans la tige proprement dite, où il se bifurque ou même se trifurque au voisinage des feuilles supérieures, comme je le dirai plus loin. On voit quelquefois ce premier vaisseau commençant sur deux points à la fois, par deux courts segments qui bientôt se réunissent : l'un naît dans la région moyenne, l'autre au-dessous du rudiment de l'épillet terminal.

» Le deuxième vaisseau du rachis, qui naît dans un faisceau de la face antérieure, reçoit à son sommet ordinairement le vaisseau premier-né de la base du troisième rameau de la série A, c'est-à-dire dont l'inférieur est le plus bas placé de tous. Plus rarement c'est le premier vaisseau du quatrième rameau ou celui du deuxième qui s'ajuste à son extrémité; cela varie avec le nombre des rameaux de l'inflorescence (1). On a donc alors

---

(1) S'il y a cinq rameaux de chaque côté de l'inflorescence, c'est ordinairement le premier vaisseau du troisième rameau qui se superpose au deuxième vaisseau du rachis. S'il y a six rameaux de chaque côté de celui-ci, ce peut être le premier vaisseau du quatrième

un vaisseau continu du rachis dans ce rameau. D'autre part, sur lui vient s'insérer le premier vaisseau d'un ou de deux rameaux de la région moyenne de l'autre série, c'est-à-dire de la série A'.

» Dans les rameaux inférieurs de cette inflorescence, qui les derniers obtiennent des vaisseaux, les premiers de ceux-ci commencent toujours librement à leur base, et constituent un bel exemple à citer sous ce rapport; ils s'allongent par en haut dans le rameau correspondant, et par en bas ils descendent directement dans la tige-mère, où on les suit souvent jusqu'au niveau de la deuxième ou de la troisième feuille en descendant, ou bien ils vont s'insérer sur l'un des vaisseaux ou fascicules dépendant d'un rameau plus haut placé.

» La branche inférieure d'un rameau d'en bas est souvent fixée près de l'insertion même de ce rameau; alors son premier vaisseau peut aller s'insérer sur un faisceau du rachis autre que celui qui descend du rameau auquel il appartient. D'un autre côté, les rameaux secondaires ou tertiaires insèrent le plus communément leur premier vaisseau sur celui du rameau qui les porte. Je reviendrai plus loin sur ce sujet. Examinons d'abord la conduite de ces vaisseaux ou fascicules vasculaires du rachis, à leur arrivée dans la partie supérieure de la tige, que termine l'inflorescence.

» Une coupe transversale du pédoncule ou mérithalle inférieur d'une inflorescence encore jeune a présenté quelquefois quatre faisceaux vasculaires opposés deux à deux, avec quatre autres fascicules naissants, alternes avec eux; mais plus souvent il y a cinq faisceaux principaux, nés successivement, comme je l'ai dit, et dans lesquels le groupe vasculaire est de moins en moins développé, selon leur âge relatif.

» En suivant ces vaisseaux ou fascicules vasculaires par en bas, on les voit s'épaissir et souvent se bifurquer au niveau de la première, de la deuxième ou de la troisième feuille, en descendant, et s'unir d'une part à un faisceau de cette feuille, et d'autre part à un autre faisceau de l'inflorescence ou à une de ses branches, et ensemble se prolonger en un faisceau interposé à deux faisceaux du mérithalle sous-jacent. Quelquefois deux branches d'un même faisceau de l'inflorescence sont ainsi étendues chacune dans un intervalle de deux faisceaux de ce mérithalle.

» Là, à l'insertion de la deuxième ou de la troisième feuille, tous les faisceaux se renflent considérablement par la multiplication de leurs élé-

---

rameau; s'il n'y a que quatre rameaux, ce peut être le premier vaisseau du deuxième, qui s'appose à l'extrémité de ce deuxième vaisseau du rachis.

ments vasculaires, en sorte qu'il en résulte une fusion ou un lacis des faisceaux de la feuille et de l'inflorescence. Le même épaississement et la même fusion s'opèrent à l'insertion de la feuille placée au-dessus, et ensuite de la dernière, s'il y en a encore une plus haut. Une telle union des faisceaux s'accomplit, en général, à l'insertion de chaque feuille dans cette famille. Le *Glyceria fluitans* m'a aussi donné de beaux exemples du commencement de ce renflement dû à la multiplication des éléments vasculaires, où l'on voyait le renflement débuter par la juxtaposition de courtes séries de cellules vasculaires s'ajoutant à l'entour d'un vaisseau de récente formation, dont je parlerai plus tard.

» De même que le premier vaisseau du rachis primaire naît quelquefois sur deux points à la fois, de même on trouve parfois, dans les rameaux primaires, le premier vaisseau commençant simultanément aussi sur deux points, près de l'insertion et plus haut, au-dessous de l'épillet le plus élevé. Ces deux parties vasculaires se réunissent, et sur ce premier vaisseau s'insèrent les premiers vaisseaux des ramules latéraux. Il y a donc sous chaque épillet d'abord un vaisseau auquel s'en ajoutent bientôt d'autres; ce fascicule, primitivement simple, se bifurque sous les glumes, et ses branches sont dirigées vers la base de celles-ci. Déjà avant cette bifurcation, on peut trouver un peu plus haut, sous la première fleur, un vaisseau du réceptacle, indépendant des autres, et en même temps, ou parfois auparavant, un vaisseau libre aussi dans le deuxième mérithalle de l'épillet. Ces vaisseaux, ou le fascicule dont ils sont le début, s'insèrent sur la fourche sous-glumaire, où se fait une assez grande multiplication de cellules vasculaires. Un vaisseau, ordinairement libre d'abord, se fait ainsi successivement dans chaque article du sympode qui constitue l'épillet (inflorescences de 7^{mm} et plus); cependant on trouve quelquefois que le vaisseau d'un mérithalle donné est déjà inséré sur le vaisseau du mérithalle précédent, quand ce dernier est encore libre par la base. Assez souvent aussi ces premiers vaisseaux mérithalliens sont unis de bonne heure à ceux qui sont au-dessous, en sorte que le dernier formé peut être le seul libre.

» Dans le *Poa annua*, les vaisseaux des filets des étamines naissent libres aussi par la base, indépendants les uns des autres et de ceux du faisceau réceptaculaire; ils existent même avant qu'un vaisseau soit apparu dans les glumes et dans les glumelles. En outre, il m'est arrivé de trouver que la glume inférieure (la petite) ne présentait pas de vaisseau quand la glume supérieure (la grande) en avait un commençant un peu au-dessous du sommet de la nervure médiane. Et dans des glumes plus avancées il peut

exister des vaisseaux au sommet et à la base de la nervure médiane, quand il n'y en a pas encore dans la région moyenne.

» Des deux glumelles, c'est l'externe ou inférieure qui la première possède des vaisseaux; mais, ainsi que je viens de le dire, les étamines en ont avant les glumelles, et, dans la fleur inférieure, elles en sont pourvues avant les glumes. Je citerai d'autres exemples de ce fait. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les diviseurs des fonctions cyclotomiques;* par M. SYLVESTER.

« Soit k un nombre quelconque; formons la série

$$\cos\lambda_1\frac{2\pi}{k},\quad \cos\lambda_2\frac{2\pi}{k},\quad \ldots,\quad \cos\lambda_i\frac{2\pi}{k}.$$

$\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_i$ étant les $\frac{1}{2}\varphi(k)$ nombres premiers à k et moindres que $\frac{k}{2}$. Le produit de tous les facteurs $x - 2\cos\lambda\frac{2\pi}{k}$ est ce que l'on nomme une *fonction cyclotomique*, et k sera nommé son indice. En effet, la fonction cyclotomique en x à l'indice k est ce que devient le facteur primitif de $t^k - 1$ quand on le divise par $t^{\frac{1}{2}\varphi(k)}$ et que l'on écrit $t + \frac{1}{t} = x$. A l'indice 1 ou 2 ne correspond aucune fonction cyclotomique, et pour les indices 3, 4, 6, la fonction cyclotomique est linéaire, et conséquemment ne peut posséder aucune propriété arithmétique.

» Je distingue les diviseurs de ces fonctions en deux classes. Les nombres qui divisent la fonction sans diviser l'indice se nomment *diviseurs extérieurs* ou *extrinsèques*, ceux qui divisent en même temps une fonction et son indice se nomment *diviseurs intérieurs* ou *intrinsèques*.

» Voici les théorèmes que j'ai réussi à établir concernant ces diviseurs.

» Quant à la première classe, je démontre :

» 1° Que tout nombre dont les facteurs premiers diminués ou augmentés de l'unité sont divisibles par l'indice d'une fonction cyclotomique est diviseur de cette fonction. Je fais dépendre la démonstration de cette proposition du théorème suivant, qui est, pour ainsi dire, la clef de la théorie entière :

» *En posant*

$$\mathrm{J}(\cos\vartheta) = \cos(p^i\vartheta) - \cos(p^{i-1}\vartheta),$$

J$(\cos\vartheta)$, *regardé comme fonction algébrique de* $\cos\vartheta$, *est divisible par* p^i *pour toute valeur réelle et entière attribuée à* $\cos\vartheta$.

» La proposition précédente est une conséquence immédiate de ce théorème, quand on met $z\cos\vartheta = x$ et qu'on substitue, pour la congruence

$$J(\cos\vartheta) \equiv 0 \quad [\text{mod. } p^i],$$

la congruence équivalente

$$(t^{p^i - p^{i-1}} - 1)(t^{p^i + p^{i-1}} - 1) \equiv 0 \quad [\text{mod. } p^i];$$

de sorte que, a étant un nombre réel quelconque, il faut que l'un ou l'autre des deux facteurs $a^{p^i - p^{i-1}} - 1$, $a^{p^i + p^{i-1}} - 1$ soit toujours divisible par p^i, car, si les deux facteurs contenaient p, on aurait $a^{2p^i} - 1$ divisible par p; c'est-à-dire, puisque $2p^i = 2 + \left(2\frac{p^i - 1}{p - 1}\right)(p - 1)$, $a^2 - 1$ serait divisible par p, et conséquemment $a = \pm 1 + \lambda p$, auquel cas $t^{p^{i-1}} \equiv (\pm 1)$ mod. p^i, et les deux facteurs deviennent respectivement congrus à $(\pm 1)^{p^i \pm p^{i-1}} - 1$, c'est-à-dire tous les deux congrus à zéro par rapport à ce module, et par conséquent tous les deux divisibles par p^i et congrus à zéro. Avec l'exception de ces valeurs de a, c'est toujours l'un des deux facteurs exclusivement qui s'évanouit pour une valeur donnée de a.

» 2° Je démontre, à l'aide du même théorème de forme trigonométrique, mais en faisant $i = 1$, que si un diviseur extérieur d'une fonction cyclotomique, disons ψ_k, est de la forme $mk \pm e$, k étant son indice, la congruence

$$\psi_k \equiv 0 \quad [\text{mod. } mk \pm e]$$

aura deux racines congrues l'une à l'autre, à moins que $e = 1$. On prouve facilement que cette équivalence est impossible avec l'aide du petit principe additionnel que, si ψ est congru à zéro selon un module quelconque, $\frac{d\psi}{dx}$ sera congru à zéro selon le même module.

» Quant à la seconde classe des diviseurs, je démontre que, laissant à part les fonctions cyclotomiques linéaires $x + 1$, x, $x - 1$ appartenant aux indices 3, 4, 6 et la fonction quadratique qui répond à l'indice 12, il n'y a *au plus* qu'*un seul* diviseur intérieur (un nombre premier); bien entendu, la première puissance seulement de ce nombre. J'ai déjà dit que, pour que p^i soit un diviseur extérieur, il faut et il suffit que $p = mk + \varepsilon$, k étant l'indice et $\varepsilon = \pm 1$. Or, pour que p soit diviseur intérieur de la fonction

cyclotomique à l'indice k, je démontre qu'il faut et qu'il suffit que k soit de la forme

$$\frac{p-\varepsilon}{m} p^j.$$

» En général, il n'y a *au plus* qu'une seule manière de mettre un indice k, donné sous la forme qui met en évidence un diviseur intérieur; mais, quand $k=12$, on peut écrire $m=1$, $j=2$, $p=2$, $\varepsilon=-1$ ou bien $m=1$, $j=1$, $p=3$, $\varepsilon=-1$; c'est pourquoi ψ_{12} possède les *trois* diviseurs intérieurs 2, 3, 6. En démontrant que la condition donnée plus haut pour que p soit diviseur intérieur est nécessaire et que la première puissance seulement de p est un diviseur de la fonction, je me sers du même théorème trigonométrique qu'auparavant et en même temps de la seconde proposition sur les facteurs extérieurs. Pour démontrer que cette condition est suffisante, j'ai recours à un théorème purement algébrique, savoir, que si $k=k_1(mk_1\pm 1)^y$, $mk_1\pm 1$ étant un nombre premier p, le résultant des deux équations $\psi_k=0$, $\psi_{k_1}=0$ est égal à $p^{\frac{1}{2}\varphi(k_1)}$, en me servant en même temps d'un second petit principe, qu'afin que deux congruences soient satisfaites simultanément par rapport au même module, le résultant algébrique de ces congruences transformées en équations doit être congru à zéro par rapport au module.

» La fonction cyclotomique à l'indice 9, x^3-3x+1, m'a amené à faire cette recherche; car j'avais grandement besoin de démontrer apodictiquement (ce que j'avais établi par des épreuves numériques sans fin) que les diviseurs de cette fonction sont 3 et les nombres premiers de la forme $18n\pm 1$ exclusivement. C'est à l'aide de ce théorème que je démontre qu'aucun nombre A de la forme

$$pq,\ p^2q^2,\ p_1p_2^2,\ q_1q_2^2;\quad 9pq,\ 9p^2q^2,\ 9p_1p_2^2,\ 9p_1q_2^2,$$

où chaque p désigne un nombre premier de la forme $18n-5$ et chaque q un nombre premier de la forme $18n+7$, ne peut être décomposé en une somme ou différence de deux cubes rationnels. En effet, je démontre facilement que, si cette décomposition était possible, l'équation

$$x^3-3xy^2+y^3=3Az^3$$

serait résoluble en nombres entiers, ce qui est impossible, puisque x^3-3x+1 ne contient aucun p ou q. La même équation, en mettant $A=3$, devrait avoir lieu aussi si 3 était décomposable en deux cubes rationnels; ainsi on voit (comme on sait déjà) que cette décomposition est impossible, puisque x^3-3x+1 ne contient pas le diviseur intérieur 9. »

S. M. DON PEDRO adresse, de Rio-Janeiro, une dépêche télégraphique annonçant la découverte d'une grande comète, dont on poursuit les observations.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Equations des petites oscillations d'un fil inextensible en mouvement dans l'espace.* Note de M. H. LÉAUTÉ, présentée par M. Rolland.

(Commissaires : MM. Rolland, Phillips, Resal.)

« Les équations du mouvement d'une courbe funiculaire assujettie à rester plane ont été établies par M. Resal [1]; je me propose de trouver ces équations dans le cas, très important pour les applications, où la corde, étant tout d'abord en mouvement permanent dans l'espace, est légèrement écartée de sa position de repos apparent.

» Soient

μ la masse de l'unité de longueur de corde;

x, y, z, μT les coordonnées rectangulaires d'un point de cette corde et la tension en ce point dans le mouvement permanent;

s et t les deux variables indépendantes représentant la longueur d'arc et le temps;

X, Y, Z les composantes de la force extérieure sur l'unité de masse au point (x, y, z);

x_1, y_1, z_1, T_1, X_1, Y_1, Z_1 les variations de x, y, z, T, X, Y, Z lorsqu'on écarte la corde de sa position de repos apparent.

» D'après les équations générales du mouvement d'une corde, on a

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} &= X + \frac{d}{ds}\left(T\frac{dx}{ds}\right), \\ \frac{d^2y}{dt^2} &= Y + \frac{d}{ds}\left(T\frac{dy}{ds}\right), \\ \frac{d^2z}{dt^2} &= Z + \frac{d}{ds}\left(T\frac{dz}{ds}\right), \end{aligned}\right.$$

avec la condition

$$(2)\qquad \left(\frac{dx}{ds}\right) + \left(\frac{dy}{ds}\right)^2 + \left(\frac{dz}{ds}\right)^2 = 1,$$

qui exprime l'inextensibilité de la corde.

---

[1] RESAL, *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1010; *Traité de Mécanique générale*, t. I, p. 321.

» On a aussi

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{d^2(x+x_1)}{dt^2} &= X + X_1 + \frac{d}{ds}\left[(T+T_1)\frac{d(x+x_1)}{ds}\right],\\ \frac{d^2(y+y_1)}{dt^2} &= Y + Y_1 + \frac{d}{ds}\left[(T+T_1)\frac{d(y+y_1)}{ds}\right],\\ \frac{d^2(z+z_1)}{dt^2} &= Z + Z_1 + \frac{d}{ds}\left[(T+T_1)\frac{d(z+z_1)}{ds}\right], \end{aligned}\right.$$

$$(4)\quad \left[\frac{d(x+x_1)}{ds}\right]^2 + \left[\frac{d(y+y_1)}{ds}\right]^2 + \left[\frac{d(z+z_1)}{ds}\right]^2 = 1.$$

» On déduit des équations (3) et (4), en tenant compte des équations (1) et (2) et en supposant les quantités x_1, y_1, z_1, T_1 assez petites pour pouvoir négliger les termes du second ordre par rapport à elles ou à leurs dérivées,

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{d^2x_1}{dt^2} &= X_1 + \frac{d}{ds}\left(T\frac{dx_1}{ds} + T_1\frac{dx}{ds}\right),\\ \frac{d^2y_1}{dt^2} &= Y_1 + \frac{d}{ds}\left(T\frac{dy_1}{ds} + T_1\frac{dy}{ds}\right),\\ \frac{d^2z_1}{dt^2} &= Z_1 + \frac{d}{ds}\left(T\frac{dz_1}{ds} + T_1\frac{dz}{ds}\right), \end{aligned}\right.$$

$$(6)\quad \frac{dx}{ds}\frac{dx_1}{ds} + \frac{dy}{ds}\frac{dy_1}{ds} + \frac{dz}{ds}\frac{dz_1}{ds} = 0.$$

» Si l'on désigne par V la vitesse commune à tous les points de la corde dans le mouvement permanent et si l'on pose

$$s + Vt = \sigma,$$
$$T - V^2 = \varpi,$$

les équations précédentes deviennent

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{d^2x_1}{dt^2} &= X_1 + \frac{d}{d\sigma}\left(\varpi\frac{dx_1}{d\sigma} + T_1\frac{dx}{d\sigma}\right) - 2V\frac{d^2x_1}{d\sigma\,dt},\\ \frac{d^2y_1}{dt^2} &= Y_1 + \frac{d}{d\sigma}\left(\varpi\frac{dy_1}{d\sigma} + T_1\frac{dy}{d\sigma}\right) - 2V\frac{d^2y_1}{d\sigma\,dt},\\ \frac{d^2z_1}{dt^2} &= Z_1 + \frac{d}{d\sigma}\left(\varpi\frac{dz_1}{d\sigma} + T_1\frac{dz}{d\sigma}\right) - 2V\frac{d^2z_1}{d\sigma\,dt}, \end{aligned}\right.$$

$$(8)\quad \frac{dx}{d\sigma}\frac{dx_1}{d\sigma} + \frac{dy}{d\sigma}\frac{dy_1}{d\sigma} + \frac{dz}{d\sigma}\frac{dz_1}{d\sigma} = 0.$$

» Les quantités x_1, y_1, z_1 peuvent être regardées comme les coordonnées d'un point du fil par rapport à des axes animés d'un mouvement de

translation et dont l'origine M parcourt la courbe de repos apparent avec la vitesse constante V; remplaçons ces axes par d'autres dirigés à chaque instant suivant la tangente $M\alpha$, la binormale $M\beta$ et la normale principale $M\gamma$ à cette courbe de repos apparent. De plus, remarquons, pour simplifier les calculs, que la direction des premiers axes est quelconque et peut être changée sans que la forme des équations (7) et (8) soit modifiée; nous pourrons donc imaginer, pour un moment, que les anciens axes sont parallèles aux nouveaux à l'instant considéré et pour le point que l'on envisage.

» Les équations (7) et (8) deviennent alors, en désignant par ρ et r les rayons de première et de seconde courbure de la courbe de repos apparent et par A_1, B_1, C_1 les accroissements des composantes de la force accélératrice suivant $M\alpha$, $M\beta$ et $M\gamma$,

$$(9)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{d^2\alpha}{dt^2} &= A_1 - \varpi\frac{\omega}{\rho} + \frac{dT_1}{d\sigma},\\ \frac{d^2\beta}{dt^2} &= B_1 + \frac{d\varpi}{d\sigma}\psi + \varpi\left(\frac{d\psi}{d\sigma} - \frac{\omega}{r}\right) - 2V\frac{d\psi}{dt},\\ \frac{d^2\gamma}{dt^2} &= C_1 + \frac{d\varpi}{d\sigma}\omega + \varpi\left(\frac{d\omega}{d\sigma} + \frac{\psi}{r}\right) - 2V\frac{d\omega}{dt} + \frac{T_1}{\rho},\end{aligned}\right.$$

$$(10)\quad \frac{d\alpha}{d\sigma} - \frac{\gamma}{\rho} = 0,$$

avec les conditions

$$\frac{d\beta}{d\sigma} - \frac{\gamma}{r} = \psi,$$

$$\frac{d\gamma}{d\sigma} + \frac{\alpha}{\rho} + \frac{\beta}{r} = \omega.$$

» Telles sont les équations des petites oscillations d'une corde en mouvement dans l'espace. Pour passer au cas du mouvement plan, il suffit de faire infini le rayon de seconde courbure r.

» On obtient alors

$$(11)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{d^2\alpha}{dt^2} &= A_1 - \varpi\frac{\omega}{\rho} + \frac{dT_1}{d\sigma},\\ \frac{d^2\beta}{dt^2} &= B_1 + \frac{d}{d\sigma}\left(\varpi\frac{d\beta}{d\sigma}\right) - 2V\frac{d^2\beta}{d\sigma\,dt},\\ \frac{d^2\gamma}{dt^2} &= C_1 + \frac{d}{d\sigma}(\varpi\omega) - 2V\frac{d\omega}{dt} + \frac{T_1}{\rho},\end{aligned}\right.$$

$$\frac{d\alpha}{d\sigma} - \frac{\gamma}{\rho} = 0,$$

$$\frac{d\gamma}{d\sigma} + \frac{\alpha}{\rho} = \omega.$$

» Une remarque importante doit être faite ici. Si B_1 ne dépend que de β et si A_1 et C_1 en sont indépendants, la seconde des équations (11) ne contient pas l'accroissement de tension T_1 et elle est la seule qui renferme la variable β. Or β, qui est dirigé suivant la perpendiculaire au plan de la courbe, représente ce que l'on peut appeler l'*oscillation latérale*. On voit donc que, dans ce cas, ces oscillations n'influent en rien sur la tension, et il est évident que la réciproque est vraie.

» Ce théorème, qui est applicable aux transmissions télodynamiques, puisque A_1, B_1 et C_1 sont alors nuls, nous montre que, dans ces transmissions, les oscillations latérales du câble n'ont pas d'influence sur la régularité du mouvement, et que, réciproquement, les changements de tension produits par les inégalités de vitesse des poulies ne peuvent donner lieu directement à des oscillations latérales. »

M. **Tamin-Despalles** prie l'Académie de renvoyer au concours des prix de Médecine et Chirurgie (fondation Montyon) son Ouvrage intitulé « Oxythérapie et Azothérapie ».

(Renvoi à la future Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l' « Album de Statistique graphique (Ire Partie) » publié par M. *Cheysson*.

(Renvoi à la Commission des prix de Statistique.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires à coefficients doublement périodiques*. Note de M. E. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« J'ai eu l'honneur de communiquer, il y a quelque temps déjà, à l'Académie une proposition relative aux équations linéaires du second ordre à coefficients doublement périodiques. Une circonstance singulière pouvait dans certains cas se présenter, qui rendait le résultat moins net. Je me permets de revenir aujourd'hui sur ce théorème pour le présenter sous une forme plus complète.

» Considérons l'équation différentielle

$$(1)\qquad \frac{d^2y}{dx^2} + p\frac{dy}{dx} + qy = 0,$$

où p et q sont des fonctions doublement périodiques (aux périodes $2K$ et $2iK'$) et dont nous supposerons l'intégrale générale uniforme; on admet d'ailleurs que l'équation n'a que des intégrales régulières.

» Soit $f(x)$ une intégrale quelconque de l'équation précédente; on aura évidemment

$$f(x+4K) = Af(x) + Bf(x+2K),$$
$$f(x+4iK') = A'f(x) + B'f(x+2iK'),$$

les A et les B étant des constantes. On pourra donc trouver au moins une constante μ telle que l'expression

$$\varphi(x) = f(x+2K) + \mu f(x),$$

se reproduise à un facteur constant près par le changement de x en $x+2K$. On aura évidemment

$$\varphi(x+4iK') = A'\varphi(x) + B'\varphi(x+2iK').$$

» Par suite, on pourra trouver au moins une constante μ' telle que l'expression

$$\psi(x) = \varphi(x+2iK') + \mu'\varphi(x)$$

se reproduise à un facteur constant près par le changement de x en $x+2iK'$; $\psi(x)$ est donc une fonction doublement périodique de seconde espèce; elle est d'ailleurs une intégrale de l'équation, et nous arrivons alors à cette conclusion, que l'équation (1) admet nécessairement comme intégrale une fonction doublement périodique de seconde espèce.

» $\psi(x)$ étant une intégrale de l'équation précédente, une seconde intégrale sera

$$y = \psi(x)\int \frac{dx}{\psi^2(x)} e^{-\int p\,dx}.$$

» Étudions la forme de cette fonction. L'intégrale générale de (1) étant supposée uniforme, $e^{-\int p\,dx}$ sera une fonction doublement périodique de seconde espèce, et, par suite, la fonction

$$F(x) = \frac{1}{\psi^2(x)} e^{-\int p\,dx}$$

sera une fonction de même nature. Or on a, sauf dans un cas particulier, que je laisse de côté pour le moment,

$$F(x) = \Sigma[Af(x-a) + \ldots + A_\alpha D^\alpha f(x-a)],$$

en posant $f(x) = \frac{H(x+\omega)}{H(x)} e^{\lambda x}$.

» Ici tous les premiers coefficients A seront nuls, puisque l'intégrale $\int F(x)dx$ est supposée uniforme ; celle-ci, et par conséquent y, seront dès lors des fonctions doublement périodiques de seconde espèce, et, par suite, l'intégrale générale de l'équation (1) est la somme de deux fonctions de cette nature.

» Si les multiplicateurs μ et μ' de $F(x)$ peuvent être mis sous la forme

$$\mu = e^{2K\lambda}, \quad \mu' = e^{2K'i\lambda},$$

$F(x)$ subit dans son développement un changement de forme analytique, et, comme l'a indiqué récemment M. Mittag-Leffler (*Comptes rendus*, séance du 26 janvier 1880), on doit poser

$$F(x) = a_0 e^{\lambda x} + \Sigma[Af(x-a) + A_1 Df(x-a) + \ldots + A_\alpha D^\alpha f(x-a)],$$

où $f(x) = \frac{H'(x)}{H(x)} e^{\lambda x}$; on a d'ailleurs

$$\Sigma(A + A_1\lambda + \ldots + A_\alpha \lambda^\alpha) e^{-\lambda a} = 0.$$

» Ici tous les premiers coefficients A doivent être nuls pour la même raison que précédemment, et, en supposant d'abord λ différent de zéro, on a

$$\int F(x)dx = \frac{a_0}{\lambda} e^{\lambda x} + \Sigma[A_1 f(x-a) + \ldots + A_\alpha D^{\alpha-1} f(x-a)].$$

» Mais on a alors

$$\Sigma(A_1 + \ldots + A_\alpha \lambda^{\alpha-1}) e^{-\lambda a} = 0,$$

et, par suite, $\int F(x)dx$, du moins pour une valeur convenable de la constante d'intégration, est encore une fonction de seconde espèce et la conclusion précédente subsiste. Le seul cas d'exception est celui où $\lambda = 0$, c'est-à-dire quand $F(x)$ est une fonction de première espèce ; on a alors dans $\int F(x)dx$ un terme en x, car

$$\int F(x)dx = a_0 x + \sum\left[A_1 \frac{H'(x-a)}{H(x-a)} + \cdots + A_\alpha D^{\alpha-1} \frac{H'(x-a)}{H(x-a)}\right].$$

» Les considérations précédentes montrent donc bien nettement, et dans tous les cas possibles, la forme des intégrales de l'équation (1). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries hypergéométriques de deux variables, et sur des équations différentielles linéaires aux dérivées partielles.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« I. Soit k un entier positif; je désigne le produit $\lambda(\lambda+1)\ldots(\lambda+k-1)$ par (λ, k) et je conviens que $(\lambda, 0) = 1$. Je considère les quatre séries

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} F_1(\alpha, \beta, \beta', \gamma, x, y) &= \sum \frac{(\alpha, m+n)(\beta, m)(\beta', n)}{(\gamma, m+n)(1, m)(1, n)} x^m y^n, \\ F_2(\alpha, \beta, \beta', \gamma, \gamma', x, y) &= \sum \frac{(\alpha, m+n)(\beta, m)(\beta', n)}{(\gamma, m)(\gamma', n)(1, m)(1, n)} x^m y^n, \\ F_3(\alpha, \alpha', \beta, \beta', \gamma, x, y) &= \sum \frac{(\alpha, m)(\alpha', n)(\beta, m)(\beta', n)}{(\gamma, m+n)(1, m)(1, n)} x^m y^n, \\ F_4(\alpha, \beta, \gamma, \gamma', x, y) &= \sum \frac{(\alpha, m+n)(\beta, m+n)}{(\gamma, m)(\gamma', n)(1, m)(1, n)} x^m y^n, \end{aligned}\right.$$

la sommation s'étendant aux valeurs entières de m et n de 0 à l'infini. Les quatre fonctions ainsi définies satisfont respectivement aux équations différentielles suivantes, dans lesquelles les lettres p, q, r, s, t désignent les dérivées partielles $\frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}, \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}, \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}$.

$$F_1 \left\{\begin{aligned} &(x-x^2)r + y(1-x)s + [\gamma - (\alpha+\beta+1)x]p - \beta y q - \alpha\beta z = 0, \\ &(y-y_2)t + x(1-y)s + [\gamma - (\alpha+\beta'+1)y]q - \beta' x p - \alpha\beta' z = 0; \end{aligned}\right.$$

$$F_2 \left\{\begin{aligned} &(x-x^2)r - xys + [\gamma - (\alpha+\beta+1)x]p - \beta y q - \alpha\beta z = 0, \\ &(y-y^2)t - xys + [\gamma' - (\alpha+\beta'+1)y]q - \beta' x p - \alpha\beta' z = 0; \end{aligned}\right.$$

$$F_3 \left\{\begin{aligned} &(x-x^2)r + ys + [\gamma - (\alpha+\beta+1)x]p - \alpha\beta z = 0, \\ &(y-y^2)t + xs + [\gamma - (\alpha'+\beta'+1)y]q - \alpha'\beta' z = 0; \end{aligned}\right.$$

$$F_4 \left\{\begin{aligned} &(x-x^2)r - y^2 t - 2xys + [\gamma - (\alpha+\beta+1)x]p \\ &\qquad - (\alpha+\beta+1)yq - \alpha\beta z = 0, \\ &(y-y^2)t - x^2 r - 2xys + [\gamma' - (\alpha+\beta+1)y]q \\ &\qquad - (\alpha+\beta+1)xp - \alpha\beta z = 0. \end{aligned}\right.$$

» II. Considérons, d'une manière générale, des équations simultanées de la forme

$$(2)\quad r = a_1 s + a_2 p + a_3 q + a_4 z, \quad t = b_1 s + b_2 p + b_3 q + b_4 z,$$

les a et les b étant des fonctions de x et y. Supposons que la quantité $1 - a_1 b_1$ ne soit pas nulle identiquement et que la condition d'intégrabilité $\frac{\partial^2 s}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 s}{\partial y \partial x}$ soit remplie identiquement, c'est-à-dire quels que soient x, y, z, p, q, s. Dans ces conditions, on peut démontrer la proposition suivante :

» Soit x_0, y_0 un système de valeurs des variables x et y tel que, pour des valeurs de ces variables voisines de x_0 et y_0, les coefficients des équations (2) soient holomorphes, et que la quantité $1 - a_1 b_1$ ne soit pas nulle pour $x = x_0$, $y = y_0$; on pourra satisfaire aux équations (2) par une fonction de x et y holomorphe dans le voisinage des valeurs x_0, y_0, les valeurs de cette fonction et des trois dérivées p, q, s étant arbitraires pour $x = x_0$, $y = y_0$.

» Ce théorème se déduit facilement d'un théorème sur les équations aux différentielles totales démontré par M. Bouquet (*Bulletin des Sciences mathématiques*, t. III, p. 265). Il suffit, pour cela, de prendre pour inconnues auxiliaires p, q, s et de former le système d'équations aux différentielles totales auquel satisfont les fonctions z, p, q, s des variables x et y. Il résulte du théorème précédent que l'on peut appliquer aux équations différentielles telles que (2) un certain nombre des propositions de M. Fuchs sur les équations différentielles ordinaires. On peut encore remarquer que ce théorème ne s'applique pas aux équations F_1 pour lesquelles la quantité $1 - a_1 b_1$ est nulle identiquement; mais il s'applique aux trois autres groupes d'équations.

» III. On peut, à l'aide des séries (1), former des polynômes de deux variables possédant des propriétés analogues à celles des polynômes de Jacobi. Je vais indiquer ici la propriété fondamentale des polynômes déduits de la série F_2. Ajoutons membre à membre les équations F_2; nous avons

$$(3)\quad \left\{ \begin{aligned} &(x - x^2)r + (y - y^2)t - 2xys \\ &\quad + [\gamma - (\alpha + \delta + 1)x]p + [\gamma' - (\alpha + \delta + 1)y]q - \alpha\delta z = 0, \end{aligned} \right.$$

en faisant $\beta + \beta' = \delta$. Soient z une fonction quelconque satisfaisant à cette équation unique (3), et z_1 une fonction satisfaisant à l'équation

$$(4)\quad \left\{ \begin{aligned} &(x - x^2)r_1 + (y - y^2)t_1 - 2xys_1 + [\gamma - (\alpha + \delta + 1)x]p_1 \\ &\qquad + [\gamma' - (\alpha + \delta + 1)y]q_1 - (\alpha - \lambda)(\delta + \lambda)z_1 = 0, \end{aligned} \right.$$

obtenue en changeant, dans (3), α en $\alpha - \lambda$ et δ en $\delta + \lambda$. Multiplions l'équation (3) par z_1, l'équation (4) par $-z$ et ajoutons; nous obtenons

une équation que l'on peut écrire

$$(5)\quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{\partial}{\partial x}[x^{\gamma} y^{\gamma'-1}(1-x-y)^{\alpha+\delta-\gamma-\gamma'}(\mathrm{P}-\mathrm{P}x-\mathrm{Q}y)] \\ &+\frac{\partial}{\partial y}[x^{\gamma-1} y^{\gamma'}(1-x-y)^{\alpha+\delta-\gamma-\gamma'}(\mathrm{Q}-\mathrm{P}x-\mathrm{Q}y)] \\ &=\lambda(\delta-\alpha+\lambda)x^{\gamma-1}y^{\gamma'-1}(1-x-y)^{\alpha+\delta-\gamma-\gamma'}zz_1, \end{aligned} \right.$$

en posant $\mathrm{P}=pz_1-zp_1$, $\mathrm{Q}=qz_1-zq_1$. Supposons maintenant que les deux fonctions z et z_1 soient des polynômes et que l'on ait

$$\gamma>0,\quad \gamma'>0,\quad \alpha+\delta-\gamma-\gamma'>0.$$

Multiplions les deux membres de l'équation (5) par $dx\,dy$, et prenons l'intégrale double étendue à l'aire du triangle formé par les droites ayant pour équations $x=0$, $y=0$, $x+y-1=0$. Les intégrales du premier membre sont nulles et, par suite, on a

$$\iint x^{\gamma-1}y^{\gamma'-1}(1-x-y)^{\alpha+\delta-\gamma-\gamma'}zz_1\,dx\,dy=0,$$

à condition que

$$(6)\qquad \lambda(\delta-\alpha+\lambda)\gtrless 0.$$

On voit que cette condition (6) exprime que les polynômes z et z_1 sont de degrés différents, en remarquant que, si l'équation (3) est vérifiée par un polynôme de degré k, on a $(\alpha+k)(\delta+k)=0$.

» On peut exprimer à l'aide de la fonction F_2 les polynômes que M. Hermite a indiqués comme généralisation des polynômes de Legendre et des polynômes $\cos(n\arccos x)$ (voir *Comptes rendus*, t. LX) et qui ont été étudiés par Didon (t. V, VI, VII des *Annales de l'École Normale*). Il est à remarquer aussi que l'équation bien connue à laquelle satisfait la fonction Y_n se ramène à la forme (3) par la substitution $\sin\theta\cos\varphi=\sqrt{x}$, $\sin\theta\sin\varphi=\sqrt{y}$.

» J'aurai prochainement l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire sur les théories précédentes, dont je n'ai fait qu'indiquer les points principaux et que l'on peut généraliser en augmentant le nombre des variables ou l'ordre des équations différentielles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires à coefficients doublement périodiques.* Note de M. **Mittag-Leffler**, présentée par M. Hermite.

« Dans deux Notes qui ont été communiquées à l'Académie (¹), M. Picard a donné ce théorème remarquable :

» *Si*

$$\frac{dy^n}{dx^n} = p_1 \frac{dy^{(n-1)}}{dx^{n-1}} + p_2 \frac{dy^{(n-2)}}{dx^{n-2}} + \ldots + p_n y$$

est une équation différentielle linéaire à coefficients doublement périodiques telle qu'il existe toujours une intégrale uniforme, alors l'équation admet en général *pour intégrale la somme de n fonctions doublement périodiques de seconde espèce.*

» Il paraît pourtant que la méthode par laquelle M. Picard a obtenu cette forme de l'intégrale dans le cas *général* ne suffit pas pour donner la forme plus particulière dont l'intégrale est susceptible dans des cas spéciaux.

» Je me propose dans cette Note de compléter le théorème de M. Picard de la manière suivante. Je montre que *l'équation différentielle linéaire à coefficients doublement périodiques*

$$\frac{dy^{(n)}}{dx^n} = p_1 \frac{dy^{(n-1)}}{dx^{(n-1)}} + p_2 \frac{dy^{(n-2)}}{dx^{(n-2)}} + \ldots + p_n y$$

a toujours une intégrale $y = \psi(x)$ *telle que*

$$\psi(x + 2\mathrm{K}) = \mu\,\psi(x), \quad \psi(x + 2i\mathrm{K}') = \nu\,\psi(x).$$

Cette proposition étant établie, et en supposant que l'intégrale $y = \psi(x)$ est connue et que les coefficients de l'équation différentielle proposée sont tels que les intégrales soient toujours des fonctions uniformes avec le seul point singulier essentiel $x = \frac{1}{0}$, on peut toujours et sans exception, par les méthodes connues, obtenir les $n - 1$ intégrales qui, réunies à $\psi(x)$, forment un système fondamental.

» Soit $f(x)$ une intégrale quelconque. Alors $f(x + 2\mathrm{K}), f(x + 4\mathrm{K}), \ldots$ sont aussi des intégrales, et l'on a, par conséquent,

$$f(x + 2m\mathrm{K}) = \mathrm{A}_1 f(x) + \mathrm{A}_2 f(x + 2\mathrm{K}) + \ldots + \mathrm{A}_m f[x + 2(m-1)\mathrm{K}],$$

(¹) *Comptes rendus*, séances des 21 juillet 1879 et 19 janvier 1880.

où l'on peut toujours supposer A_1 différent de zéro et $m \leqq n$. Je fais, d'après M. Picard,

$$\varphi(x) = f[x + 2(m-1)K] + \mu_1 f[x + 2(m-2)K] + \ldots + \mu_{m-1} f(x),$$

et je choisis les constantes $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_{m-1}$ de telle manière, que les équations

$$A_m + \mu_1 = \frac{A_{m-1} + \mu_2}{\mu_1} = \ldots = \frac{A_2 + \mu_{m-1}}{\mu_{m-2}} = \frac{A_1}{\mu_{m-1}} = \mu$$

soient satisfaites, ce qui est toujours possible. On a donc

$$\varphi(x + 2K) = \mu\,\varphi(x).$$

Mais la fonction $\varphi(x)$ est une intégrale de l'équation différentielle proposée aussi bien que $f(x)$, et l'on a, par conséquent,

$$\varphi(x + 2m'iK') = A'_1\,\varphi(x) + A'_2\,\varphi(x + 2iK') + \ldots + A'_m\,\varphi[x + 2(m'-1)iK'],$$

où, comme plus haut, $A' \gtrless 0$ et $m' \leqq n$. En écrivant

$$\psi(x) = \varphi[x + 2(m'-1)iK'] + \nu_1\,\varphi[x + 2(m'-2)iK'] + \ldots + \nu_{m'-1}\,\varphi(x),$$

où les constantes $\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_{m'-1}$ sont telles qu'on a

$$A'_{m'} + \nu_1 = \frac{A'_{m'-1} + \nu_2}{\nu_1} = \ldots = \frac{A'_2 + \nu_{m'-1}}{\nu_{m'-2}} = \frac{A'_1}{\nu_{m'-1}} = \nu,$$

on obtient

$$\psi(x + 2iK') = \nu\,\psi(x),$$

de même que

$$\psi(x + 2K) = \mu\,\psi(x). \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la loi de réciprocité de Legendre étendue aux nombres non premiers;* par M. A. GENOCCHI. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Dans un Mémoire *Sur la théorie des résidus quadratiques* présenté à l'Académie royale de Belgique (séance du 6 novembre 1852), j'ai donné une démonstration élémentaire et très simple de la loi de réciprocité de Legendre. Elle se fondait sur un lemme connu de Gauss et sur le théorème d'Arithmétique suivant :

» *Soient m et n deux nombres impairs premiers entre eux. Faisons*

$$p = \frac{m-1}{2}, \quad q = \frac{n-1}{2}, \quad r = \frac{mn-1}{2},$$

$$u = nh - mk, \quad v = nh + mk - r,$$

soit h un nombre entier inférieur à $\frac{m}{2}$, et donnons à k successivement toutes les valeurs $1, 2, \ldots, q$. *Ayant divisé nh par n, soit h' le reste positif : le nombre des valeurs positives de v sera égal à celui des valeurs positives de u si le reste h' est inférieur à $\frac{1}{2}m$ et le surpassera d'une unité dans le cas contraire.*

» J'avais rencontré un théorème plus général en exposant sous différentes formes la démonstration si remarquable de la loi de réciprocité, publiée par M. Liouville en 1847, et j'ai ensuite démontré, d'une manière directe, cet énoncé particulier.

» Or le lemme de Gauss a été généralisé comme il suit par M. Schering :

» *Soient* A *et* P *deux nombres entiers et* P *premier à* 2A; *si l'on divise par* P *les produits*

$$1A,\ 2A,\ 3A,\ \ldots,\ \frac{P-1}{2}A,$$

en prenant les restes les plus petits en valeur absolue, et qu'on appelle μ le nombre des restes négatifs, on aura

$$\left(\frac{A}{P}\right)=(-1)^{\mu},$$

suivant la notation de Legendre généralisée par Jacobi.

» Au moyen de ce nouveau lemme, nous allons démontrer la loi de réciprocité étendue à deux nombres impairs, même composés, qui soient premiers entre eux.

» Retenons, en effet, les dénominations de notre énoncé, et, de plus, soient f le nombre total des valeurs positives de u, g le nombre total des valeurs positives de v, en supposant que h aussi prenne successivement toutes les valeurs $1, 2, \ldots, p$. Divisons les multiples nh par m et les multiples mk par n, prenons les restes les plus petits en valeur absolue, et nommons n_1 le nombre des restes négatifs pour les multiples nh, et m_1 le nombre des restes négatifs pour les multiples mk. On aura, d'après notre théorème,

$$g-f=n_1,$$

et de même, en posant $u'=mk-nh$, et nommant f' le nombre des valeurs positives de u', on aura

$$g-f'=m_1,$$

et par suite

$$2g-f-f'=m_1+n_1.$$

Mais les valeurs positives de u' sont les négatives de u, en sorte que $f+f'$

est le nombre total des valeurs de u, savoir pq. On a donc

$$m_1 + n_1 = 2g - pq, \quad \text{d'où} \quad (-1)^{m_1+n_1} = (-1)^{pq},$$

et, comme le lemme de M. Schering donne

$$(-1)^{m_1} = \left(\frac{m}{n}\right), \quad (-1)^{n_1} = \left(\frac{n}{m}\right),$$

on trouve la loi dont il s'agit :

$$\left(\frac{m}{n}\right)\left(\frac{n}{m}\right) = (-1)^{\frac{m-1}{2}\frac{n-1}{2}}.$$

» M. Kummer, en 1859, et M. Kronecker, en 1875, ont remarqué que la loi de réciprocité pour les résidus quadratiques avait été découverte par Euler. Les premières tentatives pour la démontrer sont dues à Legendre; mais la première démonstration rigoureuse et complète a été donnée par Gauss qui, après avoir trouvé le théorème par une simple induction, en 1795, a employé une année tout entière à chercher sa démonstration. Des démonstrations plus simples ont été trouvées depuis par Gauss et par d'autres, mais on ne saurait assurer qu'il pouvait être facile de découvrir ces démonstrations, car elles s'appuient sur le lemme de Gauss dont nous avons fait mention, et ce lemme a été démontré par Gauss dans l'hiver 1806-1807, comme nous l'apprend sa Lettre à Sophie Germain, publiée par M. le prince Boncompagni; d'ailleurs, on ne sait si les autres auteurs auraient pu par eux-mêmes parvenir à ce lemme ou s'en dispenser. Dans une Lettre à Olbers, de septembre 1805, Gauss s'entretient d'une autre proposition qu'il connaissait depuis quatre années sur une simple induction, mais dont la démonstration l'a tourmenté pendant un si long espace de temps, que pas une semaine ne s'écoulait sans qu'il s'en occupât. Après quatre années d'efforts, il parvint à une démonstration, et toutefois cette proposition découle d'une manière fort simple de formules connues sur les séries trigonométriques, comme je l'ai montré dans mon Mémoire ci-dessus rappelé. Ainsi, rien n'est plus certain qu'un fait plusieurs fois affirmé par Euler et par Gauss, savoir que, surtout dans la théorie des nombres, l'induction amène la découverte de vérités dont la démonstration est très difficile et pour longtemps élude tous les efforts, et que les méthodes les plus simples sont ordinairement les dernières à se présenter. Euler a même publié sur ce sujet un Mémoire étendu dont le titre est : *Specimen de usu observationum in Mathesi pura.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'impossibilité de la relation algébrique* $X^n + Y^n + Z^n = 0$; par M. A. **Korkine**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Dans le numéro du 29 décembre 1879 des *Comptes rendus*, M. R. Liouville a donné une démonstration de l'impossibilité de satisfaire à l'équation

$$(1) \qquad X^n + Y^n + Z^n = 0$$

par des polynômes X, Y, Z, que je modifie en la présentant comme il suit.

» Lorsqu'il est possible de satisfaire à l'équation (1), au moyen de trois fonctions entières de t dont aucune ne se réduit à zéro, on peut toujours supposer que ces fonctions, prises deux à deux, n'ont pas de facteurs communs. Soit Z celui des trois polynômes dont le degré m n'est pas inférieur à ceux des deux autres. On voit alors facilement que le degré de l'un au moins des polynômes X et Y est aussi égal à m.

» Soit Y ce polynôme de degré m, X sera de degré $m - \lambda$, λ étant un entier positif ou nul.

» En différentiant, par rapport à t, l'équation

$$\left(\frac{Y}{X}\right)^n + \left(\frac{Z}{X}\right)^n + 1 = 0,$$

on obtient

$$Y^{n-1}(XY' - YX') = Z^{n-1}(ZX' - XZ').$$

» Il résulte de cette équation, Y et Z n'ayant pas de facteurs communs, que les expressions

$$\frac{XY' - YX'}{Z^{n-1}}, \quad \frac{ZX' - XZ'}{Y^{n-1}}$$

sont égales à une fonction entière ou au moins à une constante différente de zéro.

» Or, comme les degrés des numérateurs ne surpassent pas $2m - \lambda - 1$, ceux des dénominateurs étant $m(n-1)$, il suit que la différence

$$2m - \lambda - 1 - m(n-1)$$

est nulle ou positive, c'est-à-dire qu'on a

$$m(3-n) \geqq \lambda + 1,$$

et par conséquent $n < 3$.

» Il se trouve ainsi démontré que le cas connu de résolubilité, celui où $n = 2$, est unique, si l'on fait abstraction du cas de $n = 1$, où la solution est évidente. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'approximation des fonctions circulaires au moyen de fonctions algébriques.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« 1. Les équations dont toutes les racines sont réelles constituent à bien des égards, dans l'ensemble des équations algébriques, une classe particulièrement importante, et les problèmes qui s'y rattachent sont souvent susceptibles de solutions simples auxquelles échappent les cas plus généraux.

» Je rappellerai, par exemple, comment le théorème de Fourier suffit, dans ce cas, pour déterminer le nombre des racines comprises entre deux nombres donnés. Des faits analogues se présentent dans la recherche de la valeur approchée des racines, et je mentionnerai notamment la proposition suivante :

» *En désignant par $f(x) = 0$ une équation dont toutes les racines sont réelles et par α une quantité arbitraire, les deux valeurs de x déterminées par l'équation*

$$\frac{1}{x-\alpha} = \frac{-f'(\alpha) \pm \sqrt{(n-1)^2 f'^2(\alpha) - n(n-1) f(\alpha) f''(\alpha)}}{n f(\alpha)}$$

sont respectivement comprises entre α et les deux racines de l'équation proposée qui avoisinent α.

» La quantité qui figure ici sous le radical est, à un facteur numérique près, le hessien du polynôme $f(x)$ et a, comme on le sait, une valeur toujours positive.

» De là résulte, pour les racines des équations qui jouissent de la propriété indiquée, une méthode d'approximation spéciale qui permet, avec toute sûreté et sans discussion préalable, d'approcher indéfiniment de la racine immédiatement supérieure ou immédiatement inférieure à un nombre donné. L'approximation est notamment plus grande que celle fournie par la méthode de Newton, surtout quand les racines sont resserrées dans un intervalle assez étroit.

» 2. Parmi les équations qui ont toutes leurs racines réelles, il convient même de distinguer celles dont le premier membre est un polynôme satis-

faisant à une équation linéaire du second ordre, et, pour le montrer par un exemple, je considérerai ceux qui ont été étudiés par M. Hermite dans sa Note *Sur un nouveau développement en série des fonctions* (*Comptes rendus*, 8 février 1864).

» Soient α et β deux racines consécutives de l'équation $U_n = 0$; elles comprennent une racine λ de l'équation $U_{n+1} = 0$, et le polynôme U_{n+1} satisfait à l'équation

(1) $$U''_{n+1} - xU'_{n+1} + (n+1)U_{n+1} = 0.$$

» De la proposition que j'ai énoncée plus haut on déduit aisément, si l'on remarque que U_n est égal à un facteur près à U'_{n+1},

$$\alpha + \sqrt{-\left(\frac{n+1}{n}\right)\frac{U''_{n+1}(\alpha)}{U_{n+1}(\alpha)}} < \lambda \quad \text{et} \quad \beta - \sqrt{-\left(\frac{n+1}{n}\right)\frac{U''_{n+1}(\beta)}{U_{n+1}(\beta)}} > \lambda.$$

On a d'ailleurs, en vertu de l'équation (1),

$$\frac{U''_{n+1}(\alpha)}{U_{n+1}(\alpha)} = \frac{U''_{n+1}(\beta)}{U_{n+1}(\beta)} = -\frac{1}{n+1};$$

il en résulte

$$\alpha + \frac{1}{\sqrt{n}} < \lambda \quad \text{et} \quad \beta - \frac{1}{\sqrt{n}} > \lambda,$$

et par suite

$$\beta - \alpha > \frac{2}{\sqrt{n}}.$$

» On peut ainsi, sans former l'équation aux carrés des différences et en s'appuyant seulement sur l'équation différentielle à laquelle satisfait U_{n+1}, trouver une limite supérieure de la différence entre deux racines consécutives de l'équation $U_n = 0$.

» 3. Comme deuxième application, je considérerai l'équation

$$f(x) = 1 - \cos\alpha - n^2(1-x) + \frac{n(n-1)}{1.2}\,\frac{n(n+1)}{1.3}(1-x)^2 - \ldots,$$

dont la plus grande racine est $\cos\frac{\alpha}{n}$. Cette quantité étant voisine de l'unité, je partirai de la valeur initiale $+1$; on trouve aisément

$$f(1) = 1 - \cos\alpha, \quad f'(1) = n^2, \quad f''(1) = \frac{n^2(n^2-1)}{3},$$

d'où la valeur approchée suivante :

(2) $$\cos\frac{\alpha}{n} = 1 - \frac{1-\cos\alpha}{n + (n-1)\sqrt{n^2 - \frac{n(n+1)}{2}(1-\cos\alpha)}}.$$

» Cette formule donne une solution d'un problème intéressant de Géométrie élémentaire : *Partager approximativement, avec la règle et le compas, un arc donné en n parties égales.*

» On voit, en effet, que le second membre ne renferme qu'un radical carré et d'autre quantité transcendante que $\cos\alpha$.

» Je ferai, en particulier, $\alpha = \frac{\pi}{3}$ dans la relation précédente; on en déduit

$$\cos\frac{\pi}{3n} = 1 - \frac{1}{2n + (n-1)\sqrt{\frac{2n(5n-1)}{3}}},$$

et j'observe que cette formule approximative, établie pour des valeurs entières de n, peut être évidemment encore employée (sauf vérification) pour des valeurs quelconques de n supérieures à l'unité; en y faisant, par exemple, $n = \frac{6}{5}$, on obtient pour $\cos 50° = \sin 40°$ la valeur rationnelle $\frac{9}{14}$, ou, en décimales, $0,642857\ldots$ La véritable valeur étant $0,642788\ldots$, l'erreur commise est plus petite que $0,00007$.

» Le calcul précédent détermine approximativement le côté de l'ennéagone régulier étoilé; on voit qu'il est sensiblement égal aux $\frac{9}{7}$ du rayon. En prenant cette valeur dans un cercle ayant un rayon de 1^m, l'erreur commise sur la longueur du côté est plus petite que $\frac{1}{7}$ de millimètre.

» 4. Je ferai encore, dans la formule (2), $\alpha = \frac{\pi}{2}$, d'où

$$\cos\frac{\pi}{2n} = 1 - \frac{1}{n + (n-1)\sqrt{\frac{n(2n-1)}{3}}}$$

et, en posant $x = \frac{1}{n}$,

$$\cos\frac{\pi x}{2} = 1 - \frac{x^2}{x + (1-x)\sqrt{\frac{2-x}{3}}}. \tag{3}$$

» Cette formule n'est justifiée que pour $x = \frac{1}{n}$ et n étant un entier au moins égal à 2; mais, si l'on remarque qu'elle donne des résultats exacts pour $x = 1$ et $x = \frac{2}{3}$, on en conclut qu'elle doit donner une assez grande approximation pour toutes les valeurs de x comprises entre 0 et $+1$.

» Pour donner une idée de l'approximation qu'elle comporte, je transcris ci-après une Table donnant, pour un certain nombre de valeurs de l'angle

$\frac{\pi x}{2}$, la valeur des cosinus calculés au moyen de la formule (3) et leur véritable valeur; quand ces quantités sont exprimées en décimales, les quatre premières décimales sont exactes.

Angles.	Valeur du cosinus calculée par la formule (3).	Valeur exacte du cosinus.	Angles.	Valeur du cosinus calculée par la formule (3).	Valeur exacte du cosinus.
0°....	1	1	50°....	0,6428	0,6428
9....	0,9877	0,9877	54....	0,5878	0,5878
18....	0,9512	0,9511	60....	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
24....	0,9137	0,9135	70....	0,3422	0,3420
30....	0,8662	0,8660	75....	0,2591	0,2588
40....	0,7661	0,7660	80....	0,1739	0,1736
45....	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	85....	0,0874	0,0872
			90....	0	0

PHYSIQUE. — *Sur de nouvelles franges d'interférence.* Note de M. GOUY, présentée par M. Desains.

« Les phénomènes d'interférence que l'on étudie d'ordinaire sont produits par le concours de deux ondes lumineuses. Mais cette condition n'est pas nécessaire, et la théorie indique la possibilité de produire des franges d'interférence au moyen d'une seule onde, pourvu que la forme de cette onde soit telle que, d'un point extérieur, on puisse lui mener deux ou plusieurs normales distinctes. On en connaît déjà un exemple : ce sont les *arcs surnuméraires* qui accompagnent parfois l'arc-en-ciel, et dont la théorie a été donnée par M. Airy [1]. C'est aussi à cette classe qu'appartiennent les franges que je vais décrire.

» L'expérience est ainsi disposée : un collimateur et une lunette sont placés dans le prolongement l'un de l'autre; leur axe commun est horizontal. Entre l'objectif du collimateur et celui de la lunette, on place une auge de verre à faces planes, parallèles et verticales. L'auge est d'abord à demi pleine d'eau; au moyen d'un entonnoir capillaire, on amène à sa partie inférieure une solution saline, et on laisse la diffusion s'opérer pendant quelques minutes.

» Supposons maintenant la lunette ajustée pour l'infini, la fente du

[1] *Transactions of the Society of Cambridge.*

collimateur placée horizontalement, et éclairée avec de la lumière homogène. Nous verrons dans le champ de la lunette un rectangle lumineux, formé de belles franges horizontales, alternativement brillantes et obscures. La frange inférieure est la plus large et la plus brillante; elle se raccorde avec le fond obscur qui est au-dessous d'elle par une dégradation insensible. A partir de cette frange et en remontant, on trouve une série de franges dont l'intervalle diminue suivant une loi régulière. Avec une fente étroite et un bon éclairage, le rectangle lumineux se résout ainsi tout entier en franges très fines, mais parfaitement nettes; on peut en distinguer plusieurs centaines. Ce rectangle est limité, à sa partie supérieure, par l'image de la fente, qui peut d'ailleurs disparaître si la diffusion est un peu avancée ([1]).

» En arrêtant une partie de l'onde incidente au moyen d'un écran dont le bord horizontal se trouve à une hauteur convenable, on fait disparaître les franges, qui sont remplacées par un éclairement continu.

» On peut se rendre compte de la manière suivante de l'ensemble du phénomène. Grâce à la diffusion, l'auge est pleine d'un liquide dont l'indice n, constant sur un même plan horizontal, varie continûment avec la hauteur h; de plus, la dérivée $\frac{dn}{dh}$ passe par un maximum, en valeur absolue, pour une certaine hauteur. L'onde plane sortie du collimateur n'est plus plane après avoir traversé l'auge, mais forme une nappe cylindrique à génératrices horizontales, dont la directrice présente un point d'inflexion vers la hauteur où $\frac{dn}{dh}$ devient maximum; par suite, les normales à l'onde parallèles à une direction donnée ont leurs pieds sur deux droites horizontales situées, l'une au-dessous, l'autre au-dessus du point d'inflexion. L'action de l'onde sur un point très éloigné, dans la direction donnée, se réduit, d'après un théorème connu, aux actions de deux bandes étroites comprenant les horizontales que l'on vient de définir. Chacune de ces bandes envoie un mouvement lumineux au point considéré, et, comme elles sont inégalement distantes de ce point, ces deux mouvements y arriveront dans des temps inégaux, et pourront interférer.

([1]) On peut observer ces franges dans des conditions différentes, en inclinant la fente du collimateur; elles sont parallèles à la fente et conservent leurs caractères généraux. Ces franges obliques sont d'une netteté parfaite, mais exigent une mise au point rigoureuse, tandis que, avec la fente horizontale, les franges sont toujours aussi distinctes quel que soit le tirage de la lunette. Lorsqu'on allonge beaucoup celle-ci, on voit apparaître, au haut du champ, un second système de franges analogue au premier, mais disposé en sens inverse.

» J'ajouterai que ces franges peuvent recevoir une application utile : par suite des progrès de la diffusion, elles se déplacent assez rapidement, et offrent ainsi, pour l'étude de la diffusion elle-même, une méthode très sensible, que je me propose de soumettre à quelques essais. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la densité de quelques gaz à une haute température.* Note de M. **J.-M. Crafts**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note présentée dans la séance du 26 janvier, j'ai décrit une modification du procédé de M. V. Meyer pour la détermination de la densité des vapeurs, qui m'a permis d'opérer avec des gaz permanents, ce qui n'est pas possible avec la méthode originale. Avant de faire des expériences avec le chlore, j'avais essayé d'observer les densités relatives d'autres gaz, afin de contrôler le procédé. Je demande à l'Académie la permission de lui communiquer ces résultats, qui font voir dans quelles limites la méthode est applicable.

» Un avantage précieux de l'admirable méthode de M. Meyer consiste dans la facilité avec laquelle on peut reconnaître quand l'expérience se passe d'une manière irrégulière. En observant le dégagement du gaz qui se rend dans l'éprouvette graduée, on apprend vite à estimer si la substance dont on cherche la densité de vapeur n'a pas été chauffée suffisamment, ou bien si elle a subi une décomposition par suite d'une trop grande élévation de température. Ce dernier cas se présente d'une manière frappante avec l'ammoniaque, quand on la chauffe fortement. Si l'on transvase 10^{cc} de ce gaz dans un cylindre rempli d'azote pur et chauffé à $1300°$, au premier moment $10^{cc},3$ d'azote sont déplacés, mais le volume du gaz qui sort du cylindre augmente rapidement pour devenir égal à $11^{cc},5$, après sept ou huit minutes. Si l'on renverse l'expérience et qu'on déplace l'ammoniaque par l'azote, il reste assez du premier gaz dans le cylindre chauffé pour donner lieu au même phénomène de décomposition avec augmentation de volume. Du reste, en faisant passer un courant rapide d'ammoniaque à travers le cylindre en porcelaine fortement chauffé, on observe la décomposition bien connue de ce gaz en azote et hydrogène.

» On voit que dans ce cas on obtient d'abord une densité presque normale, avant que les résultats soient faussés par la décomposition, qui demande un certain temps pour s'accomplir; ainsi on peut quelquefois

saisir un chiffre, qui représente probablement la vraie densité, avant qu'une réaction secondaire ait eu lieu.

» En opérant avec des gaz qui ne donnent lieu à aucune réaction anomale, on est frappé de la rapidité avec laquelle le volume total que l'on veut mesurer devient fixe; par exemple, en déplaçant l'air à 1350° par l'air froid, on peut opérer le transvasement et faire la lecture dans une minute, et, après ce court délai, le volume que l'on veut mesurer reste constant. Il y a sans doute un échange partiel de chaleur entre le gaz qui entre et celui qui sort, mais les changements de température qui se font par contact avec les parois du vase et surtout pendant le passage à travers les tubes capillaires doivent contribuer plus puissamment encore à amener le gaz à une température stationnaire; en effet, il suffit que 23gr de verre perdent un degré de chaleur pour élever de 1300° la température de 10cc d'un gaz quelconque.

» J'ai essayé d'appliquer cette méthode à déterminer la tension de dissociation d'un gaz qui se forme avec condensation de ses éléments constituants; mais la plus haute température du fourneau Perrot ne permet pas d'apprécier ce phénomène dans le cas que j'ai choisi, l'acide carbonique. Dans une série d'expériences, 10cc de ce gaz ont déplacé 10cc,03, 10cc,01, 10cc, 10cc,03, 9cc,95 et 10cc,09 d'azote. Quand le cylindre en porcelaine est rempli d'acide carbonique, 10cc d'azote déplacent 9cc,95, 9cc,91, 9cc,98 et 9cc,93.

» Il est évident que ce qu'on détermine dans ces expériences n'est autre chose que le coefficient relatif de dilatation des deux gaz sur lesquels on opère à une température fixe et connue approximativement, et les résultats avec l'acide carbonique correspondent avec le coefficient 0,003675 entre zéro et 1350°, au lieu de 0,00371 qu'on trouve entre zéro et 100°. (On prend le coefficient de l'azote à 0,00367.)

» L'hydrogène, qui se distingue tellement des autres gaz par ses propriétés physiques, a été comparé avec l'azote vers 1350°, et les résultats semblent indiquer un coefficient de dilatation, plus fort pour ce dernier; mais ils sont compliqués par le phénomène de diffusion de l'hydrogène à travers les parois fortement chauffées du cylindre en porcelaine, de sorte qu'on ne peut pas obtenir des données précises.

» Cette question de l'imperméabilité de la porcelaine a attiré, dès le début, mon attention, et j'ai essayé à plusieurs reprises les vases qui servaient aux expériences, et toujours avec le même résultat; la porcelaine

de Bayeux fortement chauffée s'est trouvée poreuse pour l'hydrogène et aussi pour les vapeurs d'eau, mais non pas pour les autres gaz. Je me hâte de dire que je n'ai eu à ma disposition que six cylindres (fabrication de M. Gosse), et que tous ont eu leur émail fortement attaqué par les chauffages à flamme nue avec le gaz d'éclairage. Ces conditions sont peu semblables à celles réalisées dans les recherches classiques de M. Sainte-Claire Deville, qui chauffait ses ballons dans un moufle avec un combustible qui ne produisait pas d'eau par sa combustion.

» La quantité d'eau qui pénètre dans les cylindres est très petite, $0^{gr},001$ à $0^{gr},002$ par heure, et l'on peut facilement remplir les vases d'un gaz sec au moment de commencer une expérience, ce qui permet de faire disparaître cette cause d'erreur.

» La densité de l'acide chlorhydrique présente un intérêt particulier, en raison d'une des hypothèses ([1]) que MM. Meyer ont proposées comme explication possible de la densité qu'ils attribuent au chlore.

» Le chlore serait composé d'un élément qui n'a pas été isolé, le murium, combiné avec l'oxygène. A une température au-dessus de 1200°, $2(M^2O^2)$ deviendrait $2(M^2O) + O^2$. L'acide chlorhydrique pourrait avoir une densité anomale, si l'on admet cette hypothèse et que l'on suppose l'hydrogène combiné avec le murium ou avec l'oxygène devenu libre à la température où la dissociation a lieu. On a trouvé dans les expériences suivantes une densité normale pour l'acide chlorhydrique à la plus haute température du fourneau.

» 10^{cc} de ce gaz déplacent $10^{cc},03$; $9^{cc},93$; $9^{cc},93$; $9^{cc},97$ d'azote; 10^{cc} d'azote déplacent $9^{cc},73$; $9^{cc},61$; $9^{cc},68$; $9^{cc},63$; $9^{cc},73$ d'acide chlorhydrique. En employant l'air au lieu d'azote, on obtient $0^{cc},2$ ou $0^{cc},3$ de

---

([1]) Dans une séance de la Société chimique de Zurich du 21 juillet 1879, M. V. Meyer a parlé de ses vues théoriques, mais il s'est gardé de les poser comme définitives, et il ne les a publiées qu'en partie dans le *Bulletin de la Société chimique de Berlin*. M. Watson Smith a jugé à propos de les communiquer à un journal anglais (*Chemical News*, t. XXXIX, p. 49). On trouve dans ce compte rendu le développement de l'hypothèse sur le murium et le récit d'un fait, que M. Meyer apporte en confirmation de ses vues. Il a obtenu de l'oxygène en chauffant fortement le chlore et il croit que ce résultat peut être dû à une dissociation du chlore. Quoiqu'il admette que ses vases sont imperméables et qu'ils ne sont pas attaqués par le chlore, il n'a pas trouvé les autres produits de la dissociation. Je ne voudrais pas intervenir dans l'étude de cette question difficile, et je me borne à signaler le passage des vapeurs d'eau à travers les parois du cylindre en porcelaine comme source possible d'oxygène, suivant la réaction partielle $H^2O + Cl^2 = 2HCl + O$.

moins, probablement parce que l'oxygène réagit sur l'acide chlorhydrique.

» Les gaz dans ces expériences ont été mesurés sur le mercure sec, mais on a observé une diminution de volume qui peut s'élever à 1^{cc} ou 2^{cc} dans une heure. Cette perte n'influe pas notablement sur les résultats, mais elle rend hasardeuses des conclusions tirées des petites différences de densité qu'on a observées. »

THERMOCHIMIE. — *Action de l'eau sur le fluorure de silicium et sur le fluorure de bore; dissolution du cyanogène dans l'eau.* Note de M. **H. Hammerl**, présentée par M. Berthelot.

« I. *Fluorure de silicium.* — J'ai déterminé la chaleur dégagée par la réaction du fluorure de silicium sur l'eau, réaction par laquelle le fluorure de silicium est décomposé en silice et en acide hydrofluosilicique dissous.

» La méthode employée est celle de M. Berthelot (*Essai de Mécanique chimique fondée sur la Thermochimie*, t. I, p. 234); j'ai fait passer le gaz dans un cylindre de verre mince, placé dans le calorimètre et rempli aux trois quarts d'eau distillée.

» La chaleur dégagée par la réaction d'un équivalent ($SiF^4 = 104^{gr}$) sur un excès d'eau a été trouvée :

	Cal
I	+ 21,76
II	+ 22,61
III	+ 22,48
IV	+ 22,49
Moyenne	22,34

» L'eau a absorbé dans ces expériences onze ou douze fois son volume de fluorure de silicium.

» II. *Fluorure de bore.* — La décomposition par l'eau du fluorure de bore en acide borique et en acide hydrofluoborique m'a fourni, dans quatre expériences, les nombres suivants (pour $1^{eq} BF^3 = 68^{gr}$) :

	Cal
I	+ 24,52
II	+ 24,26
III	+ 24,81
IV	+ 24,47
Moyenne	24,51

» Le volume du gaz absorbé était, pour 1^{cc} d'eau, dans deux expériences 65^{cc} et dans les autres 33^{cc}.

» *Cyanogène.* — Pour mesurer la chaleur dégagée par la dissolution de cyanogène dans l'eau, j'ai fait arriver le gaz dans une fiole de verre mince contenant environ 500^{cc} à 600^{cc} d'eau ; c'est la méthode de M. Berthelot (*Essai de Mécanique chimique fondée sur la Thermochimie*, t. I, p. 219). Le cyanogène était évalué par la pesée de la fiole. J'ai trouvé pour la chaleur de dissolution (rapportée à $C^2Az = 26^{gr}$) de ce gaz dans l'eau les nombres

	Cal
I..............................	+ 3,62
II..............................	+ 3,26
III..............................	+ 3,32
Moyenne...........	3,4

ou + 6,8 pour le volume moléculaire $22^{lit},3$.

» Ces nombres, quoique assez concordants, sont sujets à quelque réserve, à cause de la faible quantité de gaz dissous (1^{gr} en moyenne) et de la lenteur relative de la dissolution.

» Observons cependant que leur ordre de grandeur est comparable à celui de la chaleur de dissolution des gaz qui ne forment pas avec l'eau de composé stables, tels que le brome (+ 8,3) et le chlore (+ 3,0), entre lesquels le cyanogène est compris ; l'acide sulfhydrique (+ 4,7), l'acide carbonique (+ 5,6), l'acide cyanhydrique (+ 6,1), etc., ces gaz étant tous rapportés à un même volume moléculaire.

» Tous ces nombres sont analogues aux chaleurs de liquéfaction, sans cependant leur être identiques, mais ils sont fort surpassés par les chaleurs de dissolution des gaz qui forment avec l'eau des combinaisons chimiques stables : c'est ce que confirment mes expériences sur les fluorures de bore et de silicium [1]. »

MINÉRALOGIE. — *Reproduction de l'amphigène.* Note de M. **P. Hautefeuille**, présentée par M. Daubrée.

« On sait que la méthode imaginée par MM. Fouqué et Michel Lévy pour la préparation des feldspaths permet d'obtenir l'amphigène ; celle que j'ai donnée pour effectuer les reproductions de l'orthose, de l'albite et de

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

l'oligoclase se prête également à la cristallisation de ce silico-aluminate naturel. Le vanadate de potasse, qui peut, ainsi que je l'ai déjà indiqué, remplacer les tungstates et les phosphates alcalins dans la préparation des feldspaths, fournit en effet des cristaux qui ont la forme et la composition de l'amphigène toutes les fois que le mélange de silice et d'alumine traité par le vanadate contient une forte proportion d'alumine.

» L'étude cristallographique de la forme de ce silicate a été faite sur des cristaux obtenus en maintenant au rouge, dans un creuset de platine, de l'aluminate et du vanadate de potasse avec des fragments cohérents de silice fortement calcinée. Les réactions qui déterminent la cristallisation commencent dès que les fragments de silice sont attaqués. Les premiers cristaux formés sont très petits; ils grossissent en empruntant leurs éléments à la silice, cédée lentement par les fragments, et à l'aluminate, toujours en excès dans le sel fondu. L'action du vanadate peut être prolongée avec avantage, même après la disparition de la silice, car les petits cristaux finissent par disparaître à leur tour. Dans les meilleures conditions de température, c'est-à-dire entre 800° et 900°, les cristaux atteignent, après vingt-cinq jours de chauffe, des dimensions linéaires qui les rendent parfaitement déterminables. Accolés les uns aux autres, ils forment des druses très ramifiées, qui tapissent les parois du creuset. Quelques cristaux sont aussi régulièrement développés que les cristaux naturels. Cependant, on rencontre plus souvent que dans les leucitophyres des cristaux allongés suivant l'un des axes de symétrie quaternaire du pseudo-icositétraèdre a^2. Ces cristaux mesurables portent des traces indélébiles de leur mode de formation, car on aperçoit des inclusions de vanadate de potasse dans un grand nombre des plus parfaits et des plus limpides. Ils sont hyalins ou légèrement opalins, quelquefois blonds. Les faces réfléchissent bien la lumière, malgré les stries fines qu'on y découvre presque toujours par un examen à la loupe. Quelques faces présentent des stries comparables à celles qu'on observe sur les cristaux maclés des feldspaths tricliniques.

» Les angles dièdres des huit angles trièdres de ces cristaux à vingt-quatre faces ne diffèrent pas les uns des autres de plus de 20' : la moyenne des mesures goniométriques s'écarte très peu de 146°27', angle mesuré sur l'arête F de l'icositétraèdre a^2. Les angles dièdres des angles solides à quatre faces ne sont pas aussi constants, car on a trouvé les valeurs extrêmes suivantes : 131°27' et 137°. La mesure des angles dièdres des cristaux d'amphigène obtenus par dissolution apparente montre donc que les seuls angles solides qu'on puisse regarder comme fixes et constants sur un cristal donné

sont les angles trièdres. Quant aux différences constatées entre les trois angles dièdres d'un de ces angles solides, elles sont de l'ordre des erreurs d'observation ; elles peuvent servir, cependant, à établir que ces polyèdres à vingt-quatre faces sont entièrement comparables à ceux observés par vom Rath sur les cristaux provenant de la Somma. L'examen optique confirme cette déduction et permet de comparer la structure des cristaux obtenus par le vanadate avec celle des cristaux d'amphigène de Frascati décrits par M. Mallard.

» Les cristaux taillés en lames à faces parallèles se colorent lorsqu'on les examine entre les nicols croisés : le mode de préparation des cristaux ne permettant pas de supposer qu'ils renferment des lames minces d'un minéral biaxe, l'amphigène artificiel est biréfringent et, par suite, les cristaux n'appartiennent pas au système cubique. Leur forme primitive est très voisine du cube et l'ellipsoïde d'élasticité optique diffère peu de la sphère, car les lames d'amphigène artificiel prennent dans la lumière polarisée parallèle la teinte bleu pâle propre aux substances dont les indices sont presque égaux.

» Les coupes minces pratiquées dans les cristaux permettent, en outre, d'étudier leur structure. L'examen, dans la lumière polarisée parallèle, montre que l'extinction ne se produit pas toujours simultanément pour tous les points de la section d'un cristal, et que les plages amenées dans l'azimut d'extinction présentent des lignes ou des bandes claires, tandis que les plages orientées différemment montrent des bandes obscures. Quelquefois le nombre de ces bandes est si considérable que la plage elle-même est formée par des bandes très étroites, alternativement claires et foncées. Les bandes de deux plages contiguës sont souvent rectangulaires entre elles.

» Les extinctions se font quelquefois symétriquement par rapport au plan de jonction des bandes. C'est ce que l'on constate ordinairement sur les sections qui présentent des lamelles hémitropes dans deux directions rectangulaires, car alors l'extinction se produit suivant la bissectrice des deux séries de bandes. Ces observations suffisent pour montrer que la structure des cristaux d'amphigène artificiel est aussi compliquée que celle des cristaux de Frascati et qu'ils se composent comme ceux-ci de plusieurs systèmes de macles répétées.

» Les cristaux destinés à l'analyse de ce silicate ont été préparés avec un mélange très intime de silice et d'alumine pulvérulentes. Ils étaient très petits, mais très nets, exempts d'inclusions étrangères et, par consé-

quent, très propres à faire connaître la composition de ce silico-aluminate de potasse. Les rapports entre les proportions d'oxygène de la potasse, de l'alumine et de la silice sont très voisins de 1 : 3 : 8. Par la composition, comme par la forme, ces cristaux appartiennent donc bien à l'espèce amphigène.

» L'acide qui attaque le mieux les cristaux est l'acide sulfurique, autre trait commun avec ceux de l'espèce naturelle.

» La densité de l'amphigène artificiel est 2,47 à 13°, celle de l'amphigène est 2,48, d'après M. Damour.

» L'amphigène a donc été reproduit avec toutes ses propriétés essentielles et même avec des particularités qu'on pouvait regarder comme accidentelles et dues aux circonstances de sa formation dans les laves. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la martite du Brésil*; par M. **Gorceix**. (Extrait d'une Lettre à M. Delesse.)

« On trouve en grande quantité dans la province de Minas Geraes une série de cristaux dérivés du cube et affectant toutes les formes de la pyrite de fer : cube, pyritoèdre, octaèdre et combinaisons de ces modifications. Les octaèdres dominent.

» Ces cristaux sont formés de limonite, d'oligiste, de fer oxydulé magnétique, soit purs, soit mélangés en toutes proportions. Leur poussière est jaune, brune, rouge de sang, rouge foncé, gris rougeâtre, très rarement gris d'acier.

» Les uns sont brillants, les autres ternes. A la première catégorie appartiennent la plupart des cristaux octaédriques, dont un très grand nombre, bien que leur poussière ait la couleur rouge caractéristique de l'oligiste, sont plus ou moins magnétiques.

» Les cristaux en question sont spécialement disséminés dans les roches schisto-talqueuses; on les rencontre aussi très fréquemment à l'état d'octaèdres brillants, près de certains filons de quartz blanc aurifère qui traversent les itabirites, ainsi que dans les roches grenues qui leur sont associées.

» On les trouve aussi en quantité considérable dans les roches schisto-talqueuses du plateau de Boa-Vista, près Ouro-Preto, où sont situés les gisements de topazes et d'euclases. Là encore on constate que dans les roches talqueuses lustrées, cristallines, ce sont surtout les cristaux octaé-

driques brillants qui dominent, tandis que dans les couches plus argileuses, où souvent le talc est mélangé à des grains de quartz, ils sont ternes et conservent, sans que le moindre doute soit possible, les caractères montrant qu'ils proviennent de l'altération de la pyrite de fer.

» Dans certains cas on trouve même, au milieu des talcs compactes, des cristaux octaédriques, sans traces de fer, et formés de la même matière que la roche dans laquelle ils sont disséminés; dans d'autres cas, le talc est mélangé à l'oxyde de fer en quantité plus ou moins grande.

» Les cristaux brillants, à poussière rouge, sont connus sous le nom de *martite;* quant aux cristaux ternes, en général cubiques ou pyritoédriques, on a abandonné complètement l'idée d'en faire une espèce nouvelle, tout en la conservant pour les premiers.

» Je crois que les uns et les autres ne sont que des pyrites altérées, dans lesquelles la désulfuration a été produite par l'action de l'eau, soit à l'état de vapeur, soit à l'état liquide.

» La transformation des pyrites en limonite, en conservant leur forme primitive, est un fait qui se passe sous nos yeux.

» Ils affectent les diverses formes de la pyrite; leurs surfaces sont ternes, rugueuses; à l'intérieur, ils sont souvent remplis de cavités irrégulières. Leur structure n'est pas homogène. Ils sont formés soit de limonite, soit d'oligiste.

» J'ai même retrouvé au milieu de l'un d'eux des cristaux octaédriques de soufre, comme témoins irrécusables de son origine. Cet échantillon était un cube de plusieurs centimètres de côté, dont le centre était occupé par une géode tapissée de cristaux de soufre. Il était formé de limonite mélangée de quartz, circonstance fréquente parmi les cristaux pseudomorphiques de pyrite et qui me porte à attribuer leur altération à des actions geysériennes.

» A côté de ces cristaux, dont le pseudomorphisme n'est pas douteux, il en reste d'autres moins ternes, plus compactes, à poussière rouge, quelquefois en partie attirables à l'aimant. Leur aspect les rapproche tellement des premiers, au milieu desquels on les rencontre souvent, qu'il est naturel de leur attribuer la même origine.

» Il en est de même pour les cristaux brillants de martite, auxquels ils servent de passage, et qui sont composés d'oligiste ou d'oligiste mélangé d'oxyde magnétique.

» Lorsque le cristal de pyrite a disparu tout entier, le vide qu'il laissait a pu être rempli par la matière de la roche, et cette dernière, modifiée par les agents métamorphiques, a donné lieu à la formation de talc.

» Dans les roches de la province de Minas, l'apparition de l'or me paraît subordonnée à celle des pyrites de diverse nature qui constituent sa gangue dans toute la série des roches micacées et talqueuses. Dans les itabirites, il n'y a plus traces de pyrites, qui sont remplacées par de l'oligiste. Les phénomènes métamorphiques auxquels sont dus ces énormes dépôts de fer oligiste ont vraisemblablement fait disparaître les pyrites et réduit l'or à l'état métallique. Un cristal que je possède justifie cette manière de voir : il est octaédrique, formé dans une moitié par de l'oligiste pur, très brillant, dans l'autre par un mélange d'*or* et d'oligiste.

» En résumé, par la simple hypothèse d'une altération des pyrites, il est possible d'expliquer les faits de pseudomorphisme et de remplissage qu'on observe au milieu de certaines roches métamorphiques de la province de Minas et en même temps la disparition des pyrites de fer dans les itabirites aurifères, si intimement liées aux roches talqueuses, où l'or a pour gangues les pyrites ordinaires ou arsénicales. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Recherches expérimentales sur la phosphorescence du Lampyre.* Note de M. **Jousset de Bellesme**.

« L'électricité, le fluide nerveux, l'insolation et les forces vitales ont été invoqués tour à tour comme causes de la phosphorescence. Finalement, on s'est arrêté à l'existence d'une matière phosphorescente émise par les animaux lumineux, ce qui paraît plus vraisemblable. J'ai cru devoir étudier de nouveau ce phénomène chez le Lampyre, parce que les recherches faites par Matteucci, le principal expérimentateur qui se soit occupé de la question, n'ont pas été conduites avec une méthode irréprochable. En effet, ni cet auteur ni les autres n'ont tenu compte dans leurs expériences de la volonté de l'animal et n'ont cherché à éliminer cette cause d'incertitude, de sorte que, lorsqu'ils plaçaient un Lampyre dans l'acide carbonique, par exemple, ils ne pouvaient apprécier exactement si la phosphorescence cessait parce que le milieu ne lui permettait pas de se produire ou parce que l'animal se refusait volontairement à briller. Il fallait tout d'abord se rendre maître du phénomène et, pour cela, empêcher l'animal de luire à sa volonté et le forcer à devenir lumineux au gré de l'expérimentateur. Dans ce but, j'enlève les ganglions céphaliques, ce qui abolit toute phosphorescence spontanée, puis je remplace l'excitation volontaire par le passage d'un courant électrique modéré dans le tronc ou dans l'organe lumineux. Cette excitation détermine, à coup sûr, une phosphorescence éclatante.

» Armé de ce procédé, j'ai constaté, comme l'avait vu Matteucci, que la présence de l'oxygène est en effet absolument nécessaire pour que l'appareil lumineux puisse entrer en fonction. L'insecte préparé comme je viens de le dire, plongé dans l'acide carbonique ou les gaz inertes, azote, hydrogène, et excité électriquement dans ces gaz mêmes, ne devient jamais lumineux.

» On peut donc regarder comme certain que les grosses cellules à protoplasma granuleux constituant le parenchyme de l'appareil phosphorescent produisent une substance qui devient lumineuse au contact de l'air amené par les nombreuses trachées qui sillonnent cet appareil.

» Il faudrait, pour savoir quelle est cette matière, pouvoir l'isoler et en faire l'analyse. On l'a déjà tenté. La ressemblance de cette lueur avec celle du phosphore a engagé plusieurs chimistes à rechercher cette substance dans l'appareil lumineux; mais leurs recherches ont été vaines, de sorte que les naturalistes se sont trouvés en présence de deux assertions contradictoires. Le présent Mémoire démontre que cette contradiction n'est qu'apparente et qu'elle tient à une mauvaise interprétation d'un fait vulgaire. Quand on écrase un Lampyre, on voit très habituellement sur le sol persister des traces lumineuses; on en a conclu qu'il en était de son appareil comme des allumettes et que ces traces n'étaient autres qu'une matière phosphorescente amassée dans l'appareil pour les besoins ultérieurs de l'insecte. L'expérience ainsi faite est très défectueuse; reprenons-la avec plus de méthode. Si l'on se borne à dilacérer avec des aiguilles un Lampyre phosphorescent, les fragments restent lumineux pendant plusieurs heures au moins. Si au contraire on écrase rapidement un de ces insectes dans un mortier, de manière à détruire les cellules mêmes, la phosphorescence disparaît immédiatement; la pulpe recueillie, exposée au contact de l'oxygène pur, soumise à l'influence de l'excitation électrique, reste absolument sombre. Donc un écrasement partiel permet à la phosphorescence de se produire encore, un écrasement complet l'abolit. Dans l'hypothèse d'une réserve de matière phosphorescente, l'écrasement poussé très loin serait évidemment favorable à la production de la lumière en étalant cette matière sur une large surface au contact de l'air : c'est le contraire qui a lieu; la phosphorescence ne persiste que si l'appareil est seulement divisé en fragments. Cela tient à ce que des groupes de cellules restées intactes continuent à vivre et à fonctionner. La dilacération et le contact anomal de l'air les excitent, et leur protoplasma, réagissant sous ces influences, produit la matière phosphorescente aux dépens des matériaux qu'il contient. Si l'on tue ces cellules en les écra-

sant, la vie n'intervient plus pour mettre ces matériaux en œuvre et leur donner la forme chimique sous laquelle peut se montrer la phosphorescence.

» Nous sommes donc ici en présence d'un phénomène d'ordre chimique, mais qui ne se produit chez le Lampyre que dans des conditions biologiques. Nous pouvons d'ailleurs le démontrer d'une autre manière. Outre l'écrasement, certains agents toxiques ont aussi le pouvoir de détruire les cellules. Si nous soumettons un Lampyre à l'action de l'hydrogène sulfuré, il est tué immédiatement. Prenons-le de suite, excitons-le électriquement : nous n'obtenons pas de lumière. Les cellules sont intactes dans leur forme, mais détruites physiologiquement ; elles ne fonctionnent plus. Dès lors nous pouvons dilacérer l'organe, faire agir l'oxygène, l'électricité, sans provoquer la phosphorescence. Il est certain cependant que ce protoplasma contient tous les matériaux chimiquement nécessaires à la production de la substance phosphorescente ; mais cette substance n'est pas toute faite. Elle ne se produit qu'au fur et à mesure de la consommation, sous l'influence de la volonté et par l'intermédiaire du système nerveux, qui excite les cellules et les fait entrer en fonction. La phosphorescence est donc un phénomène du même ordre que le mouvement musculaire, le dégagement d'électricité dans l'appareil de la Torpille, lesquels sont sans aucun doute le résultat de combinaisons chimiques s'effectuant dans la matière protoplasmatique.

» Il est très probable que cette substance phosphorescente est un produit gazeux, car la structure de la glande, bien étudiée par Owsjanikof, ne nous donne pas l'idée d'un organe à sécrétion liquide. Or les produits chimiques phosphorescents à la température ordinaire ne sont pas nombreux ; celui auquel on est conduit à penser est l'hydrogène phosphoré. C'est aux chimistes à élucider ce point ; mais ils doivent, à cause des particularités que je viens de signaler, non pas chercher à en constater la présence directement, mais bien voir s'il y a dans le protoplasma cellulaire de l'appareil les matériaux nécessaires à la production de ce gaz.

» Ce qui me fait pencher en faveur de cette hypothèse, c'est l'extrême similitude qu'on remarque entre la phosphorescence des matières en décomposition, laquelle est due à un dégagement d'hydrogène phosphoré, et celle des animaux lumineux. Elles présentent les mêmes caractères physiques, la même affinité pour l'oxygène, et ne diffèrent qu'en ce point que les phosphorescences cadavériques sont continues comme la décomposition des matières qui les produisent, tandis que la phosphorescence des

animaux est intermittente. Cela tient à ce que la décomposition cellulaire qui met en liberté le produit lumineux ne s'exécute, chez les animaux élevés en organisation, que par l'excitation du système nerveux, et, chez les animaux inférieurs (Noctiluques), qu'au moyen des excitants extérieurs.

» Mes recherches sur le Lampyre et les expériences que j'ai faites sur les Noctiluques me portent à considérer la phosphorescence comme une propriété générale du protoplasma, consistant en un dégagement d'hydrogène phosphoré. Cette manière de l'envisager nous fait comprendre aisément comment beaucoup d'animaux inférieurs, dépourvus de système nerveux, sont phosphorescents. De plus, elle nous offre l'avantage de relier les phénomènes de phosphorescence qui s'observent sur les êtres vivants à ceux qu'on remarque dans les matières organiques en voie de désagrégation. C'est un exemple de plus d'un phénomène d'ordre biologique réduit très nettement à une cause exclusivement chimique. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur l'action physiologique de l'acide salicylique sur la respiration.* Note de M. **Ch. Livon**, présentée par M. Robin.

« L'action physiologique de l'acide salicylique sur la respiration est compliquée, et, en l'étudiant attentivement, on ne s'étonne plus que les uns aient signalé du ralentissement des mouvements respiratoires, les autres, au contraire, de l'accélération.

» Les expériences que je poursuis démontrent que cette divergence provient des doses administrées et des diverses périodes de l'observation.

» En effet, en administrant à dose élevée du salicylate de soude en injection intra-veineuse (8^{gr}, par exemple, pour un chien de 16^{kg}), le premier effet, quelquefois immédiat, avant même la fin de l'injection, qui demande toujours plusieurs minutes, est un ralentissement du rythme respiratoire ; puis survient une accélération qui peut porter le nombre des inspirations à cent cinquante à la minute. Cette augmentation est ensuite suivie d'un ralentissement qui précède la mort, survenant par arrêt de la respiration.

» Le ralentissement seul se manifeste si les doses sont faibles. C'est ainsi qu'un cobaye ayant quatre-vingts inspirations à la minute n'en présentait plus que soixante-quatre quelque temps après l'administration de $0^{gr},02$ de salicylate de soude en injection sous-cutanée.

» L'action ne se fait pas moins sentir sur l'acide carbonique exhalé.

» Voici la moyenne des résultats que j'ai obtenus sur divers animaux dont j'ai dosé les produits de la respiration.

» Les chiffres suivants représentent l'acide carbonique exhalé, calculé pour une heure de durée et 1^{kg} de chaque espèce animale :

	gr
Acide carbonique produit normalement par un cobaye	0,603
Acide carbonique produit sous l'influence de $0^{gr},02$ à $0^{gr},03$ de salicylate de soude	0,338
Acide carbonique sous l'influence de $0^{gr},25$	1,137
Acide carbonique sous l'influence de $0^{gr},50$	1,317
Acide carbonique produit normalement par une tourterelle	1,111
Acide carbonique produit sous l'influence de $0^{gr},05$ de salicylate	1,923
Acide carbonique produit normalement par une grenouille	0,095
Acide carbonique produit sous l'influence de $0^{gr},05$ de salicylate	0,225

» L'explication la plus vraisemblable de ces faits me paraît être la suivante :

» D'abord diminution des réflexes respiratoires, l'acide salicylique ayant la propriété de diminuer les propriétés réflexes de la substance grise bulbo-médullaire.

» Puis, sous l'influence des doses élevées, la substance, s'accumulant dans le liquide céphalo-rachidien, produit une excitation des racines des pneumogastriques, d'où l'accélération. Mais l'excitation, allant toujours en augmentant, ne tarde pas à amener le ralentissement et bientôt l'arrêt de la respiration. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La température des lacs gelés.* Note de M. **F.-A. Forel.**

« M. J.-Y. Buchanan a publié, en 1879 (*Nature*, t. XIX, p. 421), d'intéressants sondages thermométriques exécutés sous la glace des lacs écossais ; ces sondages ont sensiblement modifié les idées admises sur la limite de la propagation verticale du froid dans l'eau douce. Au lieu de trouver, comme il s'y attendait, au fond du lac une couche d'eau à 4° C., température du maximum de densité de l'eau, M. Buchanan a vu, dans le loch Lomond, la température de l'eau s'élever graduellement de 0° à la surface jusqu'à 2°,4 à 20^{m} de profondeur, mais ne pas s'élever plus haut. En faut-il conclure à l'inexactitude de la théorie classique de la congélation des lacs ?

Suivant cette théorie, l'eau, après s'être refroidie dans toute sa masse jusqu'à 4° sous l'action des courants de convection thermique, se refroidit ensuite seulement à la surface, en se stratifiant en couches d'autant plus froides qu'elles sont plus superficielles, conformément à l'ordre de leurs densités. Les observations suivantes montrent que les profondeurs atteintes par M. Buchanan n'étaient pas suffisantes pour lui faire voir la limite du refroidissement superficiel, refroidissement qui descend beaucoup plus bas qu'on ne l'a jamais supposé.

» J'ai répété ces recherches dans des lacs suisses plus profonds que les lochs écossais; mes sondages, exécutés avec un thermomètre Negretti et Zambra, ont été faits dans le lac de Morat le 23 décembre 1879 et le 1er février 1880, et dans le lac de Zürich, le 25 janvier 1880.

» I. *Lac de Morat* (superficie $27^{km},4$; profondeur maxima 45^{m}). — Le lac a été pris par la glace le 18 décembre. Épaisseur de la glace : 23 décembre, $0^{m},11$; 1er février, $0^{m},36$.

Profondeur.	23 décembre.	1er février.	Différence.
m	o	o	o
0	0,36	0,35	−0,01
5	1,60	1,90	+0,30
10	2,00	2,00	0,00
15	2,23	2,45	+0,22
20	2,46	2,50	+0,04
25	2,60	2,50	−0,10
30	2,66	2,40	−0,26
35	2,75	2,55	−0,20
40	2,70	2,70	0,00
Moyenne	2,15	2,15	

II. *Lac de Zürich* (superficie, $87^{km},8$; profondeur maxima, 141^{m}). — Le lac a été pris par la glace pendant deux jours à la fin de décembre, puis de nouveau et définitivement le 21 janvier. Épaisseur de la glace le 25 janvier, $0^{m},10$.

Profondeur.	Température.	Profondeur.	Température.
m	o	m	o
0	0,2	70	3,7
10	2,6	80	3,8
20	2,9	90	3,8
30	3,2	100	3,9
40	3,5	110	3,9
50	3,6	120	4,0
60	3,7	133	4,0

» De ces chiffres je tire les conclusions suivantes :

» 1° L'ancienne théorie de la congélation des lacs, qui admet un refroi-

dissement progressif de toute la masse jusqu'à 4°,0, puis un refroidissement des couches superficielles se stratifiant de 0° à 4° suivant leur ordre de densité, cette ancienne théorie est exacte.

» 2° La pénétration du froid dans les couches supérieures peut descendre jusqu'à 110^m de profondeur (Zürich).

» 3° C'est par suite de son peu de profondeur que le loch Lomond n'a pas montré à M. Buchanan la température de 4°,0 dans ses couches profondes.

» 4° Cette pénétration du froid dans les couches supérieures a lieu très graduellement et progressivement. La courbe que l'on peut tirer de mes chiffres du lac de Zürich ne présente ni sauts ni saccades; elle est tout à fait analogue aux courbes du réchauffement superficiel d'un lac en été. Cela suffit, me semble-t-il, pour écarter la supposition que le refroidissement, qui pénètre aussi profondément, ait lieu ou bien par voie de convection thermique ou bien par mélange mécanique sous l'action des vagues et des courants, à l'exception peut-être de la couche supérieure de 5^m à 10^m d'épaisseur.

» Faut-il attribuer cette pénétration du froid à des phénomènes de conductibilité ou à des phénomènes de radiation, soit de l'eau elle-même, soit du sol à travers l'eau? Les expériences ne me donnent pas d'éléments pour répondre à cette question.

» 5° Si je compare les deux séries de sondages faites dans le lac de Morat à quarante jours d'intervalle, je vois que la température moyenne est restée exactement la même; la couche de glace a donc arrêté absolument le refroidissement de l'eau, et toute l'action du froid extérieur a été dépensée dans l'accroissement d'épaisseur de la glace.

» 6° L'eau du lac de Morat a subi, dans ces quarante jours sous la glace, une égalisation de la température; les couches supérieures plus froides se sont un peu réchauffées, les couches profondes plus chaudes se sont refroidies. Mais nous sommes encore bien loin de trouver, le 1er février, une uniformité complète de la température dans toute la profondeur du lac. »

GÉOLOGIE. — *Les deltas torrentiels.* Extrait d'une Lettre de M. **Desor** à M. Daubrée.

« Nice, le 14 février 1880.

» La plupart des géologues qui ont examiné les terrains récents du littoral de la Corniche s'accordent à les considérer, avec M. de Rosemont,

comme d'anciens deltas. Je n'ai pas eu de peine à me ranger à cette opinion, qui comprend dans la catégorie des anciens deltas non seulement les dépôts quaternaires, mais aussi ces puissants amas de conglomérats qui se trouvent à l'embouchure des principales rivières de l'ancienne Ligurie (le Var, la Roja, la Nervia, l'Arosia) et que j'ai décrits sous le nom de *conglomérat ligure*.

» Ces conglomérats, dont le caractère pliocène est aujourd'hui incontestable, attesté qu'il est par des coquilles marines caractéristiques, sont dès lors des deltas remontant à l'époque tertiaire.

» Une particularité cependant les distingue des deltas classiques, tels que ceux du Nil, du Pô et du Rhône : c'est que leurs couches, au lieu d'être horizontales, sont inclinées sous un angle de 12° à 20° dans les collines du Var. Jusqu'ici cette disposition n'avait, que je sache, été observée dans aucun des deltas formés par les fleuves qui débouchent directement dans la mer; elle n'était connue que dans les bassins intérieurs, à l'embouchure des torrents qui se déversent dans les lacs. L'exemple le plus frappant que l'on puisse citer, c'est un delta formé par un torrent du canton d'Unterwald, qui se jette dans le lac de Lungern. Le niveau de ce lac ayant été abaissé artificiellement, en vue d'en assainir les bords, le delta formé par le torrent s'est trouvé à sec, de façon qu'on a pu en étudier en détail la composition. On s'est ainsi assuré qu'il se composait de bancs de gravier inclinés de 35°, alternant avec des bancs de gros galets présentant la même inclinaison et la même épaisseur de haut en bas, tandis que les parties vaseuses s'étaient déposées au large en couches plus ou moins horizontales.

» Ces résultats ont été corroborés de tous points par les recherches de M. Colladon sur l'ancien delta de l'Arve, au plateau des Tranchées, qui aujourd'hui fait partie de la ville même de Genève. Ici, les couches sont régulièrement inclinées sous un angle qui va jusqu'à 45°. Enfin, M. Falsan a reconnu une disposition tout à fait semblable dans plusieurs gravières des bords de la Saône, spécialement dans celle de Grammont en Beaujolais.

» On ne saurait douter, d'après ces exemples, que ce ne soit le propre des torrents, lorsqu'ils rencontrent un lac sur leur chemin, d'y déposer leurs alluvions en couches *inclinées*, toutes les fois qu'il s'agit de matériaux plus ou moins grossiers, tandis que les limons et sables fins vont se déposer au large en couches horizontales. S'il en est ainsi des bassins intérieurs, il n'y a pas de raison pour que le même phénomène ne se repro-

duise lorsque des torrents débouchent dans la mer. Or, les rivières des Alpes maritimes sont à tous égards des torrents. Quelques-uns, tel que le Var, comptent parmi les plus turbulents. Il n'y a dès lors rien d'anomal à ce que les anciens deltas du Var, de la Roja, de la Nervia soient disposés en couches inclinées, puisque le régime de ces rivières était le même que celui des autres torrents des Alpes. Ce sont des deltas *torrentiels*, comme ceux qui sont en voie de formation de nos jours.

» Il y aura lieu peut-être de distinguer à l'avenir, plus qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, entre ces deux types de deltas : les deltas torrentiels et les deltas de grandes rivières. Cette distinction me paraît en tous cas aussi importante, au point de vue géologique, que celle que l'on a établie entre les deltas marins et les deltas lacustres. »

M. Chasles présente à l'Académie, de la part de M. B. Boncompagni, les livraisons d'août et septembre 1879 du *Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche*, et une Table fort étendue des noms d'auteurs qui termine le Tome XI du *Bullettino* de 1878.

La livraison d'août contient les neuf premiers Chapitres de la seconde Partie des *Recherches* de M. C. Henry *sur les manuscrits de Fermat*, suivies de fragments inédits de Bachet et de Malebranche. Cette Partie est consacrée à la publication de documents nouveaux et à l'éclaircissement de divers points particuliers. On remarque dans ce cahier : 1° quelques renseignements sur un ami de Fermat, Jean Despagnet; 2° trois Lettres de Fermat à Séguier, dont la seconde, écrite le 18 août 1648, est suivie d'un Mémoire sur le moyen de rétablir les finances; 3° une Lettre de Huet à Fermat et à son fils sur de savantes conjectures philologiques de Fermat; 4° une Lettre de Fermat à Huet; 5° deux Lettres de Fermat à Huygens, dont la seconde, suivie d'une poésie latine de Fermat, nous révèle, grâce au commentaire de M. Henry, un singulier détail; 6° la publication *in extenso* d'une Lettre de Pascal, qui, éditée partiellement dans un Mémoire de Van Swinden en 1817, était restée inconnue à tous les éditeurs; 7° un Catalogue et des extraits de divers écrits mathématiques, dont un grand nombre sont des autographes de Malebranche et plusieurs autres attribués à lui par les Catalogues inédits et imprimés de la Bibliothèque nationale; 8° une Lettre inédite de Pascal à M. Huguens, à la Haye; 9° enfin, un essai de démonstration par Malebranche du théorème $x^n + y^n \gtrless z^n$, n étant < 2. A la suite se trouve (p. 569-618) une Table fort étendue des publications récentes, physiques et mathématiques, en toutes langues.

Le *Bullettino* de septembre contient la continuation des *Recherches* de M. C. Henry. Ce sont des fragments d'un manuscrit inédit de Bachet de Méziriac, puis des théorèmes de Malebranche sur les carrés, extraits de manuscrits de la Bibliothèque nationale.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 février 1880.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens; t. XVI, n° 1; t. XVII, nos 2 à 6; t. XVIII, n° 1. Amiens, impr. T. Jeunet, 1878-1880; 7 livr. in-8°.

Société des Sciences médicales de Gannat. Comptes rendus des travaux de l'année 1878-1879. Paris, V. A. Delahaye, 1879; in-8°.

Le Phylloxera en 1879. *Mémoire adressé à M. Paulin Talabot; par* M. G. Vimont. Paris, impr. Paul Dupont, 1879; in-8°.

Réponse de M. l'abbé Aoust *à la Lettre de M.* Habich *sur une question de priorité et sur l'Analyse infinitésimale des courbes planes de M. Aoust.* Marseille, typogr. Barlatier-Feissat, 1879; br. in-8°.

Annalen der K. K. Sternwarte in Wien; dritter Folge achtundzwanzigster Band, Jahrgang 1878. Wien, 1879; in-8°.

Zweite Abhandlung über die Wasserabnahme in den Quellen, Flüssen und Strömen bei gleichzeitiger Steigerung der Hochwässer in den Culturländern; von G. Ritter von Wex. Wien, Waldheim, 1879; in-4°.

Ueber die Berechnung der wahren Anomalie in nahezu parabolischen Bahnen; von T. Ritter von Oppolzer. München, 1879; in-4°.

Bulletin de la Société ouralienne d'amateurs des Sciences naturelles; t. V, livr. 2. Ekatherinbourg, 1879; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 février 1880.

Ch. Brongniart et Max. Cornu. *Epidémie causée sur les diptères du genre* Syrphus *par un Champignon* entomophthora. Paris, impr. Chaix, sans date; opuscule in-8°.

Le Phylloxera en 1879. *Mémoire adressé à M. Paulin Talabot, par* M. G. VIMONT. Paris, P. Dupont, 1879; br. in-8°.

Formes vibratoires des bulles de liquide glycérique; par C. DECHARME. Angers, Lachèze et Dolbeau, 1880; in-8°.

Astronomie populaire; par C. FLAMMARION. 13e, 14e, 15e séries. Paris, Marpon et Flammarion, 1880; 3 livr. in-8° illustrées.

De l'influence de l'hiver et de l'été de 1879 *sur la végétation des plantes exotiques dont l'acclimatation est tentée au Jardin botanique de l'Ecole de Médecine de Brest; par le* Dr A. BORIUS *et* J. BLANCHARD. Paris, A. Lahure, 1880; in-8°. (Extrait des *Archives de Médecine navale.*) (Présenté par M. Chatin.)

De la détermination des chaleurs spécifiques à volume constant dans le cas des corps simples et composés; par M. G. QUESNEVILLE. Paris, Renou, Maulde et Cock, 1880; in-4°. (Extrait du *Moniteur scientifique de Quesneville.*)

Sur la solubilité des calculs urinaires dans les solutions de benzoate de lithium et de borocitrate de magnésium; par H.-P. MADSEN. Copenhague, Bianco Luno, 1879; br. in-8°.

Considérations physiologiques et thérapeutiques, et description d'un appareil pour l'emploi méthodique des atmosphères artificiellement suroxy-ozonées ou surazotées. Oxythérapie et Azothérapie; par le Dr TAMIN-DESPALLES. Bruxelles, Manceaux; Paris, Delahaye, 1877; in-8°.

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. Boncompagni. T. XI, *Indici degli articoli e dei nomi;* t. XII, agosto, settembre 1879. Roma, 1878; 3 livr. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Annotazioni sopra un organo speciale e non descritto nel Lophius piscatorius *di* ENRICO F. TROIS. Venezia, tipogr. Antonelli, 1880; br. in-8°.

Ueber die Bahn eines materiellen Punktes, der sich unter dem einflusse einer Centralkraft von der Form $\frac{\mu_1}{r^2} + \mu_2 r$, *bewegt von* HUGO GYLDÉN. Stockholm, 1879; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 26 août 1878. — T. LXXXVII.)

Page 357, ligne 9, mettre devant le second terme du numérateur de l'équation en y (formules 2) le coefficient $\frac{1}{2}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 FÉVRIER 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *P.-A. Favre,* Correspondant de la Section de Chimie, décédé à Marseille le 17 février 1880.

M. le **Secrétaire perpétuel** rappelle en quelques paroles émues les services rendus à la Science par notre digne et regretté Correspondant :

« M. Pierre-Antoine Favre était né à Lyon le 20 février 1813. Élève de notre éminent confrère M. Peligot, il avait pris à son école les habitudes de précision et la passion du travail dont il a donné des preuves si profitables pendant tout le cours de sa vie.

» Après quelques publications se rapportant à des questions de Chimie minérale analytique, il fut attaché par M. Andral au laboratoire que l'illustre professeur avait consacré aux études physiologiques dont la Science et l'art de guérir ont gardé un profond souvenir.

» Plus tard, et dans la même voie, il poursuivait des recherches de Chimie physiologique, à la sollicitation et avec le concours du Dr Jecker, l'un des principaux bienfaiteurs de l'Académie.

» Mais la véritable carrière scientifique de M. Favre n'était pas encore ouverte. C'est en entrant au Conservatoire des Arts et Métiers en qualité de préparateur de M. Peligot qu'elle se révéla, par sa collaboration avec M. Silbermann, préparateur de Physique de M. Pouillet, professeur dans le même établissement. Le voisinage des deux laboratoires et l'amitié qui ne tarda point à unir les deux préparateurs leur inspira la pensée de poursuivre en commun des études qui étaient de nature à intéresser à un degré égal la Physique et la Chimie, c'est-à-dire la mesure de la quantité de chaleur qui se manifeste dans la plupart des réactions chimiques.

» Après les expériences de Laplace et Lavoisier et celles plus récentes de Dulong, il restait à déterminer les quantités de chaleur développée par la combustion d'un grand nombre de corps simples ou composés. En opérant avec un calorimètre de leur invention et en mettant en usage des artifices ingénieux, MM. Favre et Silbermann furent bientôt en état de donner aux physiciens et aux chimistes les chiffres exacts représentant le nombre de calories mises en liberté par l'union de l'oxygène avec les principaux corps simples ou composés, pris en quantités exprimées en équivalents.

» La Thermochimie, à laquelle notre confrère M. Berthelot a consacré plus récemment tant d'années et des études si bien conduites et si complètes, fut dès cette époque l'objet de toutes les préoccupations de M. Favre. Il étendit à toutes les combinaisons et à tous les changements d'état des corps les déterminations thermiques consacrées spécialement d'abord aux combinaisons avec l'oxygène, aux combustions vives.

» Parmi les problèmes particuliers sur lesquels son attention fut arrêtée, on remarque les différences constatées pour le même poids de pur carbone dans les quantités de chaleur produite par la combustion du charbon noir, du graphite et du diamant; on n'a point oublié les résultats signalés par M. Favre au sujet de la chaleur absorbée, en reprenant l'état gazeux, par les divers gaz liquéfiés ou solidifiés, ainsi que par les gaz absorbés par les corps poreux et reprenant leur liberté.

» On n'a point oublié surtout les études délicates par lesquelles M. Favre a démêlé dans les fonctions de la pile de Volta les circonstances qui se rapportent à l'action chimique, au développement de la chaleur et aux mouvements électriques.

» Le calorimètre de MM. Favre et Silbermann a pu faire place à des instruments, sinon plus délicats, du moins plus sûrs dans leurs indications; la vie scientifique de notre savant Correspondant n'en demeurera pas moins liée d'une manière étroite à la naissance, aux progrès et à l'histoire de la Thermochimie.

» Après avoir rempli pendant neuf ans les fonctions de professeur agrégé près la Faculté de Médecine de Paris, M. Favre avait été nommé professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Marseille, puis doyen de la même Faculté. En même temps il professait la Chimie à l'École de Médecine de la même ville.

» L'Académie, qui avait pris aux travaux de M. Favre le plus constant intérêt, lui avait témoigné sa grande estime en lui décernant le prix Jecker d'abord, puis le prix Lacaze, et en se l'attachant d'une manière étroite par le titre de Correspondant.

» Une longue maladie, à l'origine et aux progrès de laquelle n'étaient point étrangères les fatigues résultant de ses persévérantes études et les devoirs d'un décanat difficile, avait écarté M. Favre de sa chaire et de ses travaux depuis deux ans; elle vient de l'enlever à la tendresse de sa famille, à l'affection de ses amis et au respect de ses élèves le 17 février, à l'âge de soixante-sept ans.

» L'Académie perd en M. Favre un de ses Correspondants les plus dévoués, les plus laborieux et les plus dignes de regret par le caractère autant que par les talents et les services. »

CHIMIE. — *Chaleur de formation de l'acide persulfurique;* par M. **Berthelot.**

« 1. La connaissance de la chaleur de formation de l'acide persulfurique offre beaucoup d'intérêt. Voici des chiffres qui la précisent.

» 2. Je l'ai mesurée en étendant les liqueurs obtenues par électrolyse avec 15^{vol} à 20^{vol} d'eau et en les traitant successivement par une solution d'iodure de potassium et par l'acide sulfureux.

» Une expérience spéciale, faite dans les mêmes conditions, en mêlant l'iodure de potassium avec une solution sulfurique de même titre, complète ces données et permet d'évaluer le cycle total.

$$S^2O^7 \text{ étendu} + SO^2 \text{ étendu} + 3HO = 3(SO^3, HO) \text{ étendu}.$$

Première liqueur	renfermant	$100^{gr},9$	de S^2O^7	par litre (¹)...	$+46^{Cal},0$	et $+46^{gr},1$
Deuxième liqueur	»	34,6	»	(2 essais).....	+46,2	
Troisième liqueur	»	86,9	»	(2 essais).....	+45,7	

» La réaction SO^2 étendu $+ O + HO = SO^3HO$ étendu dégageant $+ 32,2$,

$$S^2O^7 \text{ étendu} + 2HO = 2(SO^3HO) \text{étendu} + O,$$

dégage + 13,8, + 14,0, + 13,5 : en moyenne + 13,8. La formation de cet acide depuis l'oxygène et l'acide sulfurique, dans ces conditions, $2SO^3$ étendu + O = S^2O^7 étendu, est donc endothermique : — 13,8.

» Depuis les éléments : $S^2 + O^7$ + eau = S^2O^7 étendu, on aurait + 126,6.

S^2O^4 dissous + O^3 = S^2O^7 étendu.................... + 50,6.

» La formation directe de l'acide persulfurique est donc possible, à la rigueur, bien que la tendance du système vers le maximum thermique, c'est-à-dire vers l'acide sulfurique ordinaire, n'en permette pas en général la réalisation. Cependant M. Schützenberger a observé récemment la formation de quelque dose d'acide persulfurique dans la combustion du soufre par l'oxygène sec : ce qui s'accorde avec les relations précédentes.

» 3. Les mêmes valeurs s'appliquent sensiblement à la formation de l'acide persulfurique par électrolyse, aux dépens de l'acide $SO^4H + 6,8HO$ par exemple. En effet, la dilution de cette dernière solution a dégagé, dans les mêmes conditions, la même quantité de chaleur sensiblement que la dilution d'une solution équivalente (1,527 au lieu de 1,593) : je veux dire une solution susceptible de régénérer les mêmes doses d'acide sulfurique et d'eau en perdant son excès d'oxygène, mais qui contenait actuellement $\frac{1}{6}$ d'acide persulfurique et $\frac{5}{6}$ d'acide sulfurique. La chaleur produite par le dégagement de l'oxygène aux dépens de la solution, soit étendue, c'est-à-dire + 13,8, soit concentrée, est donc à peine différente.

» 4. On conçoit par là la facilité avec laquelle ces solutions se décomposent spontanément et d'une manière illimitée. La décomposition est plus rapide en fait dans la solution concentrée que dans la solution étendue, sans doute à cause de la tendance de l'acide sulfurique à former des hydrates plus avancés dans la première liqueur.

» 5. La chaleur dégagée lorsque l'acide sulfurique monohydraté enlève l'eau à l'eau oxygénée, pour devenir acide bihydraté (+ 3,1), surpasse un peu la chaleur absorbée dans la transformation de l'eau oxygénée en acide persulfurique (— 3,0), ce qui rend compte de cette réaction.

» 6. Les données thermiques expliquent plus facilement encore la formation spontanée de l'eau oxygénée pendant la conservation de certaines dissolutions d'acide persulfurique, car elle dégage + 3^{Cal},0 dans ces conditions. Elle exige d'ailleurs un certain travail préliminaire, puisqu'elle ne s'accomplit qu'à la condition d'une décomposition simultanée de l'acide persulfurique, avec production d'oxygène. Enfin elle est limitée, en raison de l'état

de dissociation des hydrates sulfuriques et persulfuriques; spécialement du bihydrate, qui tend à déterminer une réaction inverse.

» Entre ces deux limites, il peut se produire, comme je l'ai dit, une combinaison spéciale d'eau oxygénée et d'acide persulfurique : $S^2O^7, 2HO^2$. J'en ai mesuré la chaleur de formation par les mêmes procédés, mais après les avoir vérifiés sur l'eau oxygénée.

» 7. *Action de l'iodure de potassium sur l'eau oxygénée.* — Entre l'eau oxygénée absolument pure et l'iodure de potassium rigoureusement neutre il ne s'exerce guère d'action, et l'on peut mettre en doute si la très légère coloration qui se produit peu à peu ne serait pas attribuable au concours de l'acide carbonique de l'air, ou à celui des matériaux des vases de verre. Quoi qu'il en soit, la réaction s'effectue bien plus nettement avec le concours des acides, condition dans laquelle on est autorisé à l'attribuer à l'oxydation de l'acide iodhydrique mis en liberté par ceux-ci. Même alors, la réaction thermique offre des circonstances singulières.

» Une expérience thermique faite avec l'eau oxygénée pure, mise d'abord en présence de l'iodure de potassium, additionnée d'acide sulfurique en excès, puis d'acide sulfureux, a fourni $+43^{Cal},0$. En en retranchant $+32,2$ comme plus haut, on a $+10,8$ pour la chaleur de décomposition de l'eau oxygénée en oxygène et eau libres. C'est le même nombre que j'ai obtenu par une tout autre voie; mais sa mesure a offert ici des difficultés spéciales. En effet, la réaction de l'iodure de potassium très fortement acide sur l'eau oxygénée offre cette particularité remarquable d'être successive et de donner lieu à des produits intermédiaires. Au bout d'une demi-heure, par exemple, elle était loin d'être terminée, bien que devenue excessivement lente; la réaction ultérieure et brusque de l'acide sulfureux a dégagé $+19,1$ au lieu de $+10,9$; elle a donc porté sur un autre corps que l'iode. La somme des deux effets a répondu cependant à un cycle complet, comme je m'en suis assuré par l'analyse des produits.

» Ce mode d'action de l'eau oxygénée contraste avec celle de l'acide persulfurique pur sur l'iodure de potassium, laquelle est instantanée, comme le montre la marche du thermomètre, et totale, comme le prouve la chaleur dégagée ensuite par l'acide sulfureux.

» 8. Venons maintenant au *composé d'acide persulfurique et d'eau oxygénée* formé par électrolyse. La combinaison $S^2O^7 + 2HO^2$, une fois étendue avec vingt fois son poids d'eau, a manifesté les caractères thermiques de ces deux composants, envisagés comme distincts : une première réaction brusque sur l'iodure de potassium étant suivie d'une réaction beaucoup plus lente;

mais l'acide sulfureux permet de compléter le cycle. J'ai obtenu

Première action (KI acide)	+ 30,4	Somme + 44,4
Deuxième action (SO^2)	+ 14,0	

En retranchant la chaleur d'oxydation de l'acide sulfureux par l'oxygène libre + 32,2, on obtient + 12,2. Ce chiffre doit répondre pour $\frac{1}{3}$ à S^2O^7, soit + 4,6, et pour $\frac{2}{3}$ à HO^2, soit + 7,2. La somme + 11,8 est aussi voisine de 12,2 qu'on peut l'espérer dans un calcul si compliqué, où intervient d'ailleurs une réaction lente. Ce résultat indique que la combinaison d'acide persulfurique et d'eau oxygénée, une fois amenée à l'état de dissolution étendue, se trouve séparée par l'action de l'eau en ses deux composants.

» 9. En résumé, les formations de l'eau oxygénée, de l'acide persulfurique et de l'ozone sont endothermiques et forment une échelle graduée :

	Cal
Ozone : $O^2 + O = (Oz)$, absorbe	14,8
Acide persulfurique : $S^2O^6 + O = (S^2O^7)$, absorbe..	13,8
Eau oxygénée : $HO + O = (HO^2)$, absorbe	10,8

» Ces corps sont transformables les uns dans les autres. Tous trois renferment de l'oxygène actif, c'est-à-dire prêt à se porter sur les corps oxydables avec plus de facilité que l'oxygène ordinaire, parce qu'ils renferment un excès d'énergie, traduit par les excédents thermiques signalés ici. Enfin, l'origine même de ces excédents thermiques est tirée d'un même procédé, car ils sont pareillement emmagasinés dans les corps qui les renferment sous l'influence des énergies électriques. »

CHIMIE. — *Sur la décomposition de l'eau oxygénée en présence des alcalis et sur les dérivés du bioxyde de baryum;* par M. BERTHELOT.

« 1. J'ai mesuré les chaleurs de formation du bioxyde de baryum et des hydrates de baryte [1], et j'ai montré que le premier composé est stable par lui-même dans l'état anhydre, tandis qu'il se décompose en présence de l'eau avec dégagement d'oxygène. Une telle différence s'explique par ce que la régénération de la baryte anhydre absorberait de la chaleur, tandis que la transformation du bioxyde en hydrates de baryte en dégage. Depuis,

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 530 (1875); t. VI, p. 212 (1876); t. XIV, p. 433 (1878).

M. Schöne ([1]) a fait la découverte remarquable de combinaisons définies entre les alcalis et l'eau oxygénée. Il m'a paru utile d'en mesurer la chaleur de formation. Les résultats obtenus conduisent à une nouvelle théorie de la décomposition de l'eau oxygénée en présence des alcalis.

» 2. Le composé cristallisé de bioxyde de baryum et d'eau oxygénée, BaO^2HO^2, a été préparé et purifié d'après les indications de M. Schöne, analysé, puis dissous vers 12° dans l'acide chlorhydrique étendu, ce qui a dégagé $+ 5^{Cal},89$. Le bioxyde anhydre dégageant $+ 11,0$ et l'eau oxygénée étendue une quantité négligeable, on conclut :

$$BaO^2 \text{ anhydre} + HO^2 \text{ étendue} = BaO^2, HO^2 \text{ crist., dégage : } + 5^{Cal},1.$$

» 3. Le composé n'est pas stable. A l'état pur, il se décompose spontanément en oxygène et hydrate de bioxyde de baryum : BaO^2, HO (Schöne). J'ai obtenu ainsi, après onze jours, cet hydrate. Sa dissolution dans l'acide chlorhydrique étendu a dégagé $+ 9,56$, d'où résulte

$$BaO^2 \text{ anhydre} + HO \text{ liq.} = BaO^2, HO \text{ dégage } + 1,4; \text{ eau solide } + 0,7.$$

Ce corps, à son tour, se résout lentement en hydrate de baryte et oxygène.

» 4. Le composé primitif perd son oxygène en totalité et plus rapidement, si on le lave avec de grandes quantités d'eau, ou si on le conserve pendant quelque temps sous une couche de ce liquide. J'ai obtenu ainsi un hydrate de bioxyde de baryum cristallisé, que j'ai séché sur une brique poreuse [1]. Il offrait l'aspect de paillettes brillantes, semblables à l'acide borique hydraté. Je l'ai préparé, sous le poids de plusieurs kilogrammes, en versant l'eau oxygénée brute dans l'eau de baryte, en excès ; je l'ai séché tantôt sur une plaque poreuse [2], tantôt entre des papiers [3].

	Analyses.			
	[1]	[2]	[3]	Formule : $BaO^2, 10HO$.
BaO..........	43,1	43,9	43,9	43,8
O actif........	4,9	4,3	4,4	4,6
Eau (par diff.)..	52,0	51,8	51,7	51,6

» C'est donc un nouvel hydrate de bioxyde. M. Schöne a signalé le composé $BaO^2, 8HO$; j'ai moi-même observé $BaO^2, 7HO$. Les deux derniers corps sont probablement identiques ; mais ont-ils une existence propre, ou

([1]) *Annalen der Chemie u. Pharm.*, t. 192, p. 257 (1878) ; t. 193, p. 241 ; t. 195, p. 228 ; t. 196, p. 58 (1879).

résultent-ils d'une efflorescence partielle du premier? C'est ce que les propriétés physiques de ces petits cristaux feutrés et souvent opaques ne me permettent pas de décider avec pleine certitude. L'hydrate nouveau se dissout dans l'acide chlorhydrique étendu en dégageant + 1,91, d'où

$$BaO^2 + 10HO \text{ liq.} = BaO^2, 10HO \text{ crist. dégage : } + 9,1; \text{ l'eau solide : } + 1,9.$$

» Cet hydrate se change assez rapidement, surtout sous une couche d'eau, en hydrate de baryte BaO, 10HO et oxygène.

» **5.** Tels sont les faits : montrons-en la signification.

» 1° L'eau oxygénée et l'eau de baryte formant du bioxyde anhydre.

$$HO^2 + BaO, HO \text{ étendue} = BaO^2 \text{ anhydre} + 2HO + \text{eau, dégagerait : } + 2^{Cal},8.$$

En présence d'un excès de baryte, on obtient en réalité l'hydrate BaO^2, 10HO, ce qui dégage + 11,9. Mais en présence d'un excès d'eau oxygénée, le bioxyde se combine à mesure avec un deuxième équivalent, en dégageant + 5,1; ce qui fait pour la réaction réelle

$$2HO^2 + BaO, HO \text{ étendue} = BaO^2, HO^2 + 2HO + \text{eau : } + 7,9.$$

» Cette quantité de chaleur est plus que suffisante pour expliquer, non seulement la réaction directe, mais la formation du nouveau composé avec une liqueur qui renferme du chlorure de baryum et de l'ammoniaque : l'écart entre les chaleurs de formation du chlorure de baryum et du chlorhydrate d'ammoniaque, depuis les bases, étant + 2,4.

» 2° Le composé BaO^2, HO^2 se change spontanément en bioxyde de baryum hydraté, avec dégagement de chaleur

$$BaO^2, HO^2 = BaO^2, HO + O, \text{ dégage : } + 7^{Cal},1.$$

Cette réaction a lieu sur le corps pur. Opérée dans un appareil dessiccateur, elle fournit du bioxyde anhydre, à cause de la tension de dissociation de l'eau dans l'hydrate. Cette tension autoriserait à rapporter la réaction au bioxyde anhydre, corps dont la formation dégagerait encore + 5^{Cal},7.

» En présence d'une grande quantité d'eau, il se forme l'hydrate

$$BaO^2, 10HO, \text{ avec dégagement de : } + 14^{Cal},8.$$

» 3° Cependant les hydrates de bioxyde se décomposent à leur tour,

$$BaO^2, HO = BaO, HO + O, \text{ dégage : } + 1^{Cal},4;$$

si l'on faisait le calcul depuis BaO^2 anhydre, comme l'état de dissociation du

premier hydrate le permet, on aurait même : $+ 2^{Cal}, 8$. L'hydrate cristallisé

$$BaO^2, 10HO = BaO, 10HO + O, \text{ dégage : } + 5^{Cal}, 9.$$

» La décomposition spontanée du bioxyde de baryum hydraté s'explique donc, quel qu'en soit l'état d'hydratation, en raison du déplacement du deuxième équivalent d'oxygène par l'eau, le composé se trouvant ainsi changé en hydrate de baryte avec dégagement de chaleur.

» 6. C'est par la même suite de réactions que l'on peut expliquer l'instabilité de l'eau oxygénée en présence d'une trace de baryte ou d'un autre alcali. Une certaine dose d'eau oxygénée s'unit d'abord à l'alcali pour former le composé double, avec dégagement de chaleur :

$$2HO^2 + BaO, HO = BaO^2, HO^2 + 2HO.$$

Puis ce composé se change en hydrate de bioxyde et perd la moitié de son oxygène, avec un nouveau dégagement de chaleur :

$$BaO^2, HO^2 = BaO^2, HO + O.$$

L'hydrate de bioxyde à son tour devient de l'hydrate de protoxyde, son oxygène excédant étant déplacé par l'eau, toujours avec chaleur :

$$BaO^2, HO = BaO, HO + O.$$

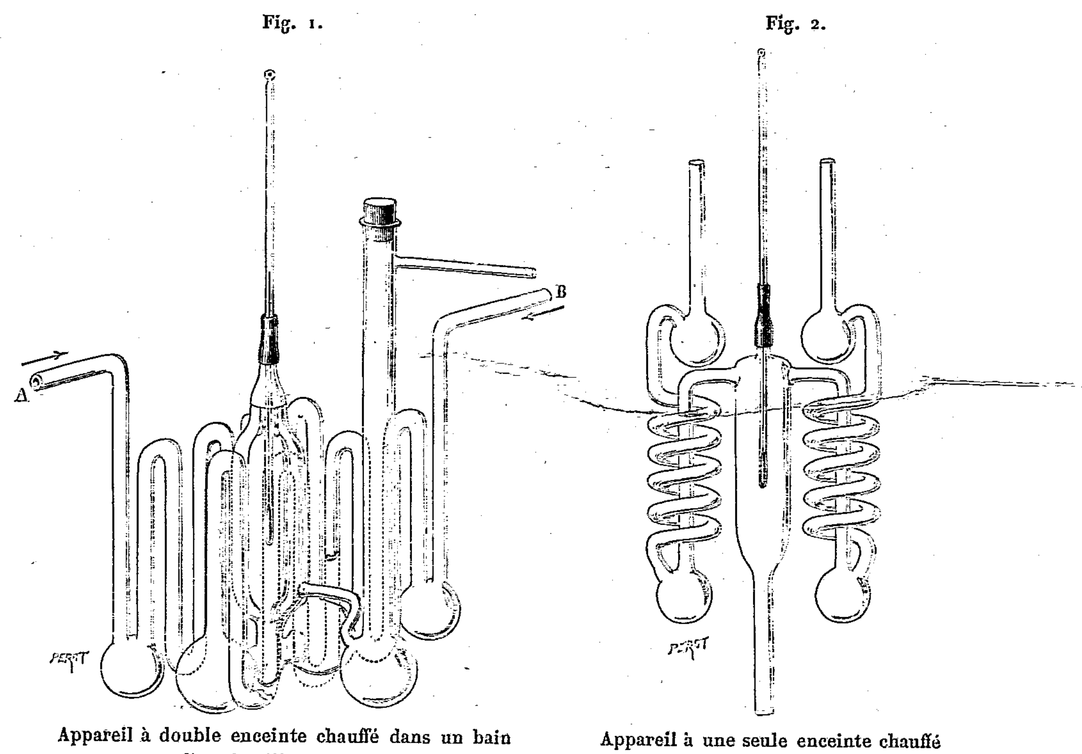
» Nous sommes ainsi revenus à l'état originel de l'alcali. Il entre en réaction sur une nouvelle dose d'eau oxygénée, qui se détruit comme la première, et la transformation se poursuit jusqu'à la décomposition totale de l'eau oxygénée, en vertu d'une chaîne méthodique et sans cesse reproduite de réactions qui sont, chacune individuellement aussi bien que dans leur ensemble, exothermiques. »

CHIMIE. — *Sur la chaleur de combinaison de l'hydrate de chloral;* par M. **Ad. Wurtz.**

« Je mets sous les yeux de l'Académie les appareils dont je me suis servi pour étudier la question de savoir si la rencontre des vapeurs d'eau et de chloral anhydre donne lieu à un dégagement de chaleur.

» Le premier (*fig.* 1) est l'appareil à double enceinte que j'ai mentionné dans une précédente Communication et qui est destiné à être placé dans un bain d'eau bouillante.

» Le second (*fig.* 2) est un appareil à enceinte simple destiné à être chauffé dans un bain de vapeur. Ce dernier appareil était placé dans une caisse rectangulaire en cuivre, fermée par un couvercle en liège, lequel livrait passage



Appareil à double enceinte chauffé dans un bain d'eau bouillante.

Appareil à une seule enceinte chauffé dans un bain de vapeur d'eau.

aux tubes et aux thermomètres. On y faisait passer un courant de vapeur d'eau à l'aide de deux petits générateurs, les parois de la caisse étant protégées contre le rayonnement par une épaisse couche de ouate.

» L'un et l'autre appareil se distinguent de celui qu'a construit M. Berthelot par deux dispositions essentielles.

» Premièrement, les tubes des serpentins offrent un certain diamètre, de façon à ne pas gêner le passage des vapeurs. Lorsque celles-ci traversent un serpentin étroit, un trop grand afflux de vapeur peut déterminer un excès de pression et par suite une élévation de température. En mettant le générateur en communication avec un petit manomètre, j'ai pu constater, dans une expérience, une augmentation de pression de $0^m,005$, déterminée par une ébullition un peu vive, et une élévation de température de $\frac{5}{10}$ de degré. Il faut éviter cela, car de deux choses l'une : ou bien

l'excès de pression se maintient dans l'enceinte où les deux vapeurs se rencontrent, et alors on peut y constater une légère élévation de température; ou bien la vapeur se détend dans cette enceinte, et alors on peut observer un abaissement de température. Dans mes expériences antérieures, j'avais attribué à cette cause l'abaissement de température que j'ai souvent constaté. Quoi qu'il en soit, j'ai donné à mes tubes un diamètre suffisant pour éliminer cette cause d'erreur.

» En second lieu, mes serpentins présentent un développement considérable et sont munis de renflements, en forme de boules, destinés à retenir les gouttes liquides qui se condensent toujours sur le trajet des tubes de dégagement avant leur entrée dans l'appareil.

» Il importe, en effet, non seulement de ne pas envoyer ces gouttes dans l'enceinte où les vapeurs doivent se rencontrer, mais encore de dessécher celles-ci autant que possible. Une expérience très simple montre l'utilité de ces précautions. Qu'on plonge dans un bain d'eau bouillante un appareil à deux boules qui soient en communication l'une avec l'autre par un tube recourbé, l'une d'elles renfermant de l'eau, l'autre du chloral anhydre, dans les proportions nécessaires pour former l'hydrate. Un thermomètre plonge dans l'eau de l'une des boules; le chloral de l'autre entrera rapidement en ébullition. Qu'à ce moment on le fasse passer brusquement dans la boule renfermant l'eau chaude, une très vive réaction se manifestera aussitôt, un jet de vapeur sortira avec violence du tube de dégagement et le thermomètre s'élèvera un peu au-dessus de 100° (vers 101°). Le chloral bouillant et l'eau à 98° se combinent, en effet, avec dégagement de chaleur, ainsi que cela résulte des expériences de M. Berthelot, et, cette chaleur ne pouvant pas être dépensée instantanément et sur-le-champ pour la formation de la vapeur, une faible portion est absorbée par le liquide lui-même, qu'elle surchauffe légèrement pendant quelques instants.

» Ce qui précède fait comprendre la nécessité d'arrêter au passage les gouttes de liquide condensées dans les tubes abducteurs pendant la distillation du chloral et de la vapeur d'eau. J'ai vu, en répétant l'expérience de M. Berthelot, ces gouttes ruisseler dans le petit serpentin de l'appareil qu'il a employé [1].

---

[1] Je n'ai pas observé dans ces conditions l'élévation de température qu'il a constatée lui-même dans l'expérience qu'il a décrite. Cette élévation de température était due peut-être à cette circonstance que les gouttes dont j'ai parlé étaient projetées directement sur le thermomètre. Cela est possible, mais je ne veux rien affirmer à cet égard.

» J'ai fait trois expériences avec le second des appareils précédemment décrits et j'ai obtenu les résultats suivants :

» 1° La température du bain de vapeur, dans la caisse en cuivre, se maintient rigoureusement constante à la même pression.

» 2° On ne constate aucune élévation de température par le mélange des deux vapeurs. Au contraire, on observe, comme je l'ai fait remarquer déjà, un petit abaissement de température de $\frac{2}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de degré.

» Cet abaissement de température est dû à cette circonstance que, les vapeurs n'étant pas absolument sèches, une trace d'*hydrate de chloral* peut se condenser sur le thermomètre. Il suffit, en effet, de dessécher la vapeur en la surchauffant pour que cet abaissement ne se produise plus. Pour cela il suffit d'opérer à basse pression, de façon à abaisser les points d'ébullition et à augmenter l'écart entre ces derniers et la température du bain de vapeur.

» Je vais citer une de ces expériences.

» Pression : $0^{m},7435$.

» Température du bain de vapeur seule : $99^{o},5$.

» Après avoir raréfié l'air à $0^{m},16$, on a fait passer la vapeur de chlora de façon à dégager les faibles traces d'acide chlorhydrique que ce liquide peut renfermer.

» Température de la vapeur de chloral : $99^{o},45$.

» On fait passer la vapeur d'eau.

» Température du mélange de vapeurs : $99^{o},45$.

» Elle se maintient à $99^{o},45$ pendant deux minutes, puis elle se fixe à $99^{o},4$ pendan dix minutes sans varier de $\frac{1}{20}$ de degré.

» On fait passer ensuite la vapeur d'eau seule.

» La température se maintient constante à $99^{o},4$ pendant cinq minutes. On met alors fin à l'expérience.

» Après avoir répété mes expériences dans les conditions que je viens d'indiquer, il m'est donc permis de maintenir mes précédentes conclusions, qui sont les suivantes :

» Les vapeurs d'eau et de chloral anhydre peuvent se mélanger sans donner lieu à un dégagement sensible de chaleur, fait qui vient à l'appui de cette thèse, déjà établie par d'autres arguments, que la *vapeur* de chloral hydraté est constituée par un mélange et non par une combinaison définie de chloral anhydre et de vapeur d'eau.

» J'accorde volontiers que l'argument thermique que j'ai apporté en faveur de cette thèse n'offre pas une valeur absolue, puisqu'il dépend du degré de sensibilité de la méthode employée; mais je fais remarquer aussi

qu'en supposant qu'une très petite fraction, $\frac{1}{100}$ par exemple, de la vapeur d'hydrate de chloral existât dans le mélange sous forme de combinaison, la constatation d'un très faible dégagement de chaleur n'infirmerait pas la thèse que nous soutenons, savoir que la vapeur de l'hydrate de chloral ne constitue pas une exception à la règle d'Avogadro et d'Ampère. »

M. H. Sainte-Claire Deville présente, à propos du débat dont il s'agit, les observations suivantes :

« J'explique la différence des résultats obtenus par deux très habiles expérimentateurs, se servant d'appareils à peu près identiques, par une circonstance dont M. Wurtz ne paraît pas avoir tenu un compte suffisant. Il s'agit du rapport entre les volumes de vapeur qui se rencontrent dans l'enceinte centrale. Quand, il y a quinze ou vingt ans, je faisais dans la vapeur de mercure les mêmes expériences sur la combinaison de l'acide chlorhydrique et de l'ammoniaque, avec un thermomètre à air très sensible, je pouvais étudier l'influence des volumes respectifs de gaz ammoniac et chlorhydrique introduits à chaque instant dans l'appareil, au travers de robinets gradués et au moyen de deux papiers de tournesol, rouge et bleu, placés à la sortie des appareils. Je réglais ainsi les conditions du mélange.

» Avec des vapeurs, l'emploi de régulateurs de ce genre n'est pas possible. M. Berthelot s'en tire en changeant successivement les proportions de chacune des vapeurs. Quand il fait prédominer la vapeur d'eau, la température se rapproche du point d'ébullition de l'eau; quand il fait prédominer la vapeur de chloral, la température s'abaisse, et enfin, quand il fait croître la quantité de celle des vapeurs qui est devenue notoirement insuffisante, il passe par un maximum plus grand que le point d'ébullition de celle des deux matières (l'eau) qui bout à la température la plus élevée.

» M. Wurtz a parlé de la loi (je dis hypothèse) d'Avogadro : il faut bien comprendre qu'il ne s'agit pas d'elle le moins du monde (selon moi elle gagnerait à ce que l'hydrate de chloral, le sel ammoniac, etc., représentassent 8^{vol}) : mais il s'agit de logique expérimentale et de procédés scientifiques.

» Je rappellerai à M. Wurtz que l'iode en vapeur et l'hydrogène se combinent directement et que l'acide iodhydrique ne se décompose totalement qu'à une température élevée (M. Hautefeuille), quoique ces élé-

ments ne dégagent pas trace de chaleur par la combinaison ; donc leur mélange à l'état gazeux n'affecterait nullement un thermomètre. Cependant il y a bien des différences chimiques et physiques entre un mélange d'iode et d'hydrogène et l'acide iodhydrique.

» Je ne veux pas revenir sur tous les détails de cette discussion. Je n'admets ni la loi d'Avogadro, ni les atomes, ni les molécules, ni les forces, ni les états particuliers de la matière, refusant absolument de croire à tout ce que je ne puis ni voir ni même imaginer, et j'avoue que, si les combinaisons complexes se décomposaient toujours avant de se vaporiser, je n'en serais pas autrement affecté. Mais le tout, c'est de le démontrer. En attendant, on trouve 8^{vol} de vapeur pour le sel ammoniac, les chlorhydrates des ammoniaques composées, des bases organiques volatiles, pour un nombre considérable de corps, et j'admets ce que je vois, tant que je ne croirai pas que je vois mal que je suis dans l'illusion : c'est ce qui reste à démontrer. »

BOTANIQUE. — *Des vaisseaux à suc propre dans des Graminées.* Note de M. **Trécul.**

« Je viens de recevoir de M. G.-A. Pasquale une Note extraite du Volume VIII des *Atti della R. Accademia delle Scienze fis. e mat.* de Naples, datée du 6 décembre 1879, dans laquelle il me fait dire que j'ai trouvé des *laticifères à suc blanc* dans les Graminées. La mémoire de M. Pasquale est en défaut. Je ne lui ai point parlé de laticifères à suc blanc, mais de vaisseaux propres à suc vert. Voici à quelle occasion. M. Pasquale vint à Paris en septembre dernier. Il logeait dans la même maison que moi. Me trouvant un jour avec lui au Jardin des Plantes, il me dit : « Avez-vous » observé des laticifères dans les Graminées ? — Oui, lui dis-je. J'en ai » encore vu ces jours derniers. — De quelle couleur sont-ils ? répliqua-» t-il. — Ils sont verts dans les plantes que je viens d'examiner. — Non, » répondit M. Pasquale ; ils sont rouges. — Ceux que je viens de voir » sont verts, lui dis-je. — C'est que, ajouta-t-il, j'en ai vu de rouges dans » le *Phalaris canariensis.* »

» Il disait vrai. Je crus à sa découverte. J'avais observé ces canaux à suc rouge du *Phalaris canariensis*, il y a deux ans, en commençant l'étude de l'inflorescence de cette plante. Ne voulant pas lui enlever le plaisir de la découverte, je lui dis : « Eh bien, je vous fais l'abandon des miens. Je

» n'ai pas le temps de les étudier maintenant; je vous les donne, si vous » voulez vous en occuper. — Je vous remercie, dit M. Pasquale ; je ne » décrirai que ceux du *Phalaris*. »

» Ce qu'il fit, en effet, mais en ajoutant que j'avais vu et étudié des *vaisseaux laticifères à suc blanc* dans cette famille, bien que ce fussent des canaux à suc vert que je lui eusse signalés. Il n'y a là vraisemblablement qu'une erreur de mémoire, à moins que M. Pasquale n'ait dit blanc au lieu de vert, parce qu'il ne put croire à l'existence de vaisseaux de cette dernière couleur, dont jusqu'ici il n'a pas été donné d'exemples.

» Quant au *Phalaris canariensis*, j'en ai cité deux fois les très jeunes inflorescences. Leurs débuts ne peuvent être étudiés que dans la jeunesse de la plante, à un âge auquel il est impossible de ne pas voir ses canaux remplis de beau suc rouge. Or, M. Pasquale étant à Paris en septembre dernier, il est évident que je ne puis avoir fait mes études organogéniques de l'inflorescence depuis cette époque. Il n'y avait plus alors de jeunes plantes de cette espèce au Muséum, et je n'en ai pas fait semer. Au reste, je ne réclame pas la priorité de l'observation de ces vaisseaux à suc rouge, puisque je n'ai rien publié. Je n'en parlerais même pas ici si je pouvais garder le silence; mais je ne puis laisser dire que j'ai vu des *laticifères à suc blanc* dans les Graminées. Je ne prétends pas qu'il n'en puisse pas exister. Je dis seulement que je n'en ai pas rencontré, tandis que, outre les rouges du *Phalaris canariensis*, j'ai observé des canaux, quelquefois ramifiés, pleins d'un suc épais, comme gélatineux, du plus beau vert, dans plusieurs Graminées, et en particulier dans l'*Hordeum vulgare*.

» Comme le suc vert, le suc rouge m'a paru si épais, que je doute que M. Pasquale puisse y avoir constaté un double courant à droite et à gauche, un mouvement gyratoire dans le canal. Cette apparence, si elle a eu lieu, ne me paraît devoir être attribuée qu'à un phénomène accidentel.

» Si je n'ai pas encore décrit ces vaisseaux propres, c'est que je n'ai pas l'habitude d'abandonner une question pour une autre, quelque importante que puisse être celle-ci. L'inflorescence des Graminées m'intéresse vivement. Je m'en occuperai probablement encore toute l'année. Chemin faisant, j'espère recueillir, sur ces vaisseaux propres, des observations concernant un phénomène d'un haut intérêt, dont j'ai déjà mentionné deux fois l'analogue et que je crois avoir entrevu ici. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques équations différentielles linéaires du second ordre.* Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite par **M. H. Gyldén.**

« La transformation que vous avez employée en changeant x en $x + K + iK'$ m'a fait penser à remplacer x par $x + iK'$ dans l'équation

$$y'' + k^2 \frac{\operatorname{sn} x \operatorname{cn} x}{\operatorname{dn} x} y' + \mu^2 \operatorname{dn}^2 x . y = 0$$

(*Comptes rendus*, p. 208); on trouve ainsi immédiatement

$$\operatorname{sn}^2 x . y'' + \frac{\operatorname{sn} x \operatorname{dn} x}{\operatorname{cn} x} y' - \mu^2 \operatorname{cn}^2 x . y = 0.$$

Or, au moyen de la relation suivante,

$$\operatorname{cn} x + i \operatorname{sn} x = \frac{i(1 - k')}{k} \operatorname{sn}\left[\frac{1 + k'}{2}(x - iK'),\ \frac{1 - k'}{1 + k'}\right],$$

j'obtiens pour son intégrale l'expression

$$y = C \operatorname{sn}^{\mu}\left(\frac{x}{1 + k_1},\ k_1\right) + C' \operatorname{sn}^{-\mu}\left(\frac{x}{1 + k_1},\ k_1\right),$$

où j'ai écrit, pour abréger,

$$k_1 = \frac{1 - k}{1 + k'}.$$

» Faisons ce même changement de x en $x + iK'$ dans l'équation qu'on obtient si l'on remplace μ par $i\mu$, à savoir

$$y'' + k^2 \frac{\operatorname{sn} x \operatorname{cn} x}{\operatorname{dn} x} y' - \mu^2 \operatorname{dn}^2 x . y = 0,$$

et qui a par conséquent pour solution

$$y = Ce^{-\mu \operatorname{am} x} + C' e^{\mu \operatorname{am} x};$$

nous aurons la transformée

$$\operatorname{sn}^2 x . y'' + \frac{\operatorname{sn} x \operatorname{dn} x}{\operatorname{cn} x} y' + \mu^2 \operatorname{cn}^2 x . y = 0,$$

dont l'intégrale sera

$$y = Ce^{-\mu \arcsin\left(\frac{1}{k \operatorname{sn} x}\right)} + C' e^{\mu \arcsin\left(\frac{1}{k \operatorname{sn} x}\right)}.$$

Mais cette valeur peut être mise sous une autre forme; on a d'abord

$$y = Ce^{-\mu \operatorname{arc tang}\left(\frac{-i}{\operatorname{dn} x}\right)} + C' e^{\mu \operatorname{arc tang}\left(\frac{-i}{\operatorname{dn} x}\right)},$$

puis, au moyen des formules connues et en changeant convenablement les constantes,

$$y = Ce^{\frac{i\mu}{2}\log\frac{1-\operatorname{dn} x}{1+\operatorname{dn} x}} + C' e^{-\frac{i\mu}{2}\log\frac{1-\operatorname{dn} x}{1+\operatorname{dn} x}},$$

ou bien encore

$$y = C\cos\mu\log\sqrt{\frac{1-\operatorname{dn} x}{1+\operatorname{dn} x}} + C'\sin\mu\log\sqrt{\frac{1-\operatorname{dn} x}{1+\operatorname{dn} x}}. \text{ »}$$

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les diviseurs des fonctions cyclotomiques;* par M. SYLVESTER.

« Tout ce que j'ai pu trouver sur la question qui a fait le sujet de ma première Communication ([1]) est contenu dans le livre classique du professeur Bachmann, *Die Lehre von der Kreistheilung* ([2]), Leipzig, 1872,

([1]) *Comptes rendus,* séance du 16 février.

([2]) *Kreistheilung* = cyclotomie. La fonction à racines réelles qui sert à la division du cercle en parties égales est celle que j'ai nommée *fonction cyclotomique.* Il y a aussi des fonctions cyclotomiques à racines imaginaires; je parle des facteurs primitifs de $x^k - 1$, qu'on pourrait nommer *fonctions cyclotomiques simples* ou *irréduites,* dont les diviseurs sont assujettis à des conditions parallèles, mais non identiques avec celles des fonctions cyclotomiques que j'ai traitées dans le texte. En effet, voici la règle pour les diviseurs des fonctions cyclotomiques non réduites. Afin qu'un nombre quelconque soit diviseur d'une onction cyclotomique non réduite à l'indice k, il faut et il suffit que chaque facteur premier de ce diviseur soit de la forme $ki + 1$, avec exception d'un seul facteur premier p qui peut figurer aussi comme facteur du diviseur dans le cas, et seulement dans le cas que k admet de la représentation (nécessairement et sans exception unique) $\frac{p-1}{m} p^j$. Ainsi, si P, p désignent des nombres premiers, J, j des nombres indéfinis, et k l'indice d'une fonction cyclotomique de l'une ou de l'autre espèce, et si

$$P = mk + \varepsilon \quad \text{et} \quad k = \frac{p-\varepsilon}{m} p^j,$$

P^J et p seront diviseurs de la fonction dans un cas et dans l'autre, avec la distinction que pour les fonctions cyclotomiques simples $\varepsilon = 1$, tandis que pour les fonctions cyclotomiques à racines réelles $\varepsilon = \pm 1$. En effet, le cours de la démonstration est précisément le même dans les deux cas, avec la seule exception que pour la première proposition, celle qui affirme que, p étant un nombre premier de la forme $mk + \varepsilon$, p^j est diviseur de la fonction à indice

p. 242, 243; mais cela même ne me servait à rien, car cet excellent auteur s'est borné au cas où l'indice est un nombre premier, pour lequel cas il énonce et démontre « qu'en dehors des diviseurs premiers » de la forme $2mp \pm 1$ » la fonction cyclotomique à l'indice p « contient » seulement le diviseur premier p »; mais M. Bachmann n'a nullement démontré ni même affirmé, ce qui cependant est vrai, que tout nombre premier de la forme $2mp \pm 1$, et même un tel nombre élevé à une puissance quelconque (¹), est diviseur de la fonction cyclotomique à l'indice p.

» Reste une remarque à faire. Si l'on prend le produit des facteurs $x - 2\cos\lambda\frac{2\pi}{k}y$, on obtient ce qu'on peut nommer une *forme* cyclotomique. Quand on prend l'indice égal à 5 ou à 10, à 8 ou à 12, de sorte que l'ordre de cette forme, disons $F(x,y)$, devient 2, si D est un diviseur quelconque de la fonction cyclotomique à ces indices, on sait, par la théorie ordinaire

---

k, pour les fonctions cyclotomiques d'une classe on se sert du théorème que la congruence $\cos p^j\vartheta - \cos p\vartheta \equiv 0 [\text{mod.} p^j]$ a toutes ses racines réelles; pour les fonctions cyclotomiques de l'autre classe on se sert du théorème (mieux connu) que *la congruence*

$$x^{p^j} - x^{p^j - 1} \equiv 0 \quad [\text{mod.} p^j]$$

a toutes ses racines réelles. Pour tout ce qui suit cette proposition, la méthode de démonstration pour les deux cas est absolument identique. Peut-être serait-il mieux de nommer les fonctions dont je parle spécialement dans le texte *fonctions cyclotomiques de la seconde*, et celles qui sont simplement facteurs primitifs de la forme binôme *fonctions cyclotomiques de la première espèce*. Il y a une raison qui me paraît assez grave pour ce changement de nomenclature, vu qu'il suggère l'idée d'une théorie de diviseurs des fonctions cyclotomiques dont le *rang de l'espèce* sera un nombre q quelconque, où figureront les racines $q^{\text{ièmes}}$ de l'unité, par rapport à l'indice comme module, de laquelle théorie je crois entrevoir assez distinctement et la haute probabilité de son existence et sa nature. J'espère développer cette théorie dans quelque futur Mémoire.

(¹) Il est à peine nécessaire d'observer que la fonction cyclotomique de l'ordre ω [où $\omega = \frac{1}{2}\varphi(k)$] étant divisible pour ω valeurs a de la variable incongrues par rapport à p^α, et ω autres valeurs b de la même variable incongrues par rapport à q^β, par p^α, q^β respectivement, on n'a qu'à combiner un a quelconque avec un b quelconque, et, en écrivant $p^\alpha u - a = t = q^\beta v - b$, on obtiendra une valeur réelle de t (et conséquemment ω valeurs réelles de t), qui substituée pour la variable rendra la fonction divisible par $p^\alpha q^\beta$; et de même on déduit que la fonction admettra comme diviseur un nombre quelconque dont les facteurs sont les nombres premiers de la forme $mk \pm 1$ accompagnés ou non (au choix) par le facteur intrinsèque, quand il y en a un, et par l'un ou l'autre ou tous les deux facteurs intrinsèques 2, 3, dans le cas où l'indice est le nombre 12.

des formes quadratiques, qu'en écrivant $F(x,y) = Dz^2$ (les valeurs de F étant $x^2 \pm xy - y^2$, $x^2 - 2y^2$ ou $x^2 - 3y^2$), une telle équation est résoluble en nombres entiers.

» Or une étude empirique très étendue sur le cas où l'indice est q, qui mène à l'équation $x^3 - 3xy^2 + y^3 = Dz^3$, m'a donné lieu de croire qu'il y a une probabilité très considérable que cette équation est aussi toujours résoluble en nombres entiers. Si cela était établi, il deviendrait plus que probable que le théorème analogue est vrai pour toutes les formes cyclotomiques, et du cas de l'indice q, si seulement la résolubilité de l'équation qui y appartient était démontrée, on tirerait la belle conséquence que tout nombre dont les facteurs premiers sont de la forme $18n \pm 1$, accompagné ou non accompagné (au choix) par le facteur q, est décomposable en une somme de cubes de deux nombres rationnels. Car on démontre facilement qu'en substituant pour X, Y, Z, respectivement, certaines fonctions rationnelles et entières qu'on connaît, du neuvième degré en x, y, z, la fonction $X^3 + Y^3 + AZ^3$ contiendra $x^3 - 3xy^2 + y^3 - 3Az^3$ comme facteur algébrique.

» Voici, en quelques mots, le résumé des lois actuellement démontrées :

» *Tout diviseur de la fonction cyclotomique à l'indice k est de la forme* $ik \pm 1$, *excepté dans le cas que* $k = \frac{p \mp 1}{m} p^j$, *dans lequel cas p aussi (mais non pas* p^2*) sera un diviseur. Et réciproquement tout nombre dont les facteurs sont des puissances arbitraires de nombres premiers de la forme* $ik \pm 1$ *est diviseur de la fonction cyclotomique à l'indice k.*

» On peut y ajouter que, si l'ordre de la fonction cyclotomique [c'est-à-dire $\frac{1}{2}\varphi(k)$] est nommé ω et N un nombre quelconque qui ne divise pas k, il n'y aura aucune valeur ou ω valeurs de la variable, incongrues par rapport à N, qui rendront la fonction divisible par N. Mais si p, nombre premier, est un diviseur de k, le nombre des valeurs de la variable qui rendent la fonction divisible par p sera ou nul ou le quotient de k par la plus haute puissance qu'il contient de p. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur quelques-unes des collections rapportées de l'expédition du passage nord-est, par l'océan Glacial de Sibérie.* Extrait d'une Lettre de **M. Nordenskiöld** à M. Daubrée, du 15 février 1880.

« Quand l'expédition sera retournée à Stockholm, on commencera immédiatement la rédaction définitive de nos nombreuses observations sur le

climat, le magnétisme, les aurores boréales, l'hydrographie, la géologie, la faune, la flore, l'ethnographie, etc., de l'Océan et des terres septentrionales de la Sibérie....

» Parmi les collections que nous rapportons, je vous citerai les suivantes :

» Une très riche collection d'animaux invertébrés, pris pendant les nombreux dragages que le premier zoologiste de l'expédition, le Dr Stuxberg, a faits surtout dans la mer Glaciale de Sibérie. A juger par ces dragages, la faune la plus riche en individus, à la profondeur de 30^m à 100^m, ne se trouve pas entre les tropiques, mais dans l'océan Glacial et dans la mer de Behring. Cependant, ici, la température au fond de la mer est toujours 1° ou 2° C. au-dessous de zéro.

» Collections de phanérogames, lichens et algues, faites par le Dr Kjellman et le Dr Almquist.

» Masses d'ossements des baleines *subfossiles* de la presqu'île des Tchouktchis et de la *Rhytina Stelleri* de l'île de Behring.

» Une très jolie collection de plantes fossiles tertiaires du Nagasachi et du Labuan (près de Bornéo, à 5°30′ longitude N.). Cette collection nous donne des renseignements sur l'ancien climat équatorial et sur les anciens centres de dispersion de la flore actuelle.

» Des pierres taillées, des ustensiles, armes, habits, etc., des Tchouktchis et des Esquimaux. Ces derniers emploient à présent, en même temps, des armes en pierre ([1]) et le fusil de Remington! Cette collection contient entre autres des dessins, des gravures et sculptures en ivoire qui ont beaucoup de ressemblance avec les dessins paléolithiques de la France.

» Une collection de 1040 Ouvrages en cinq à six mille Volumes, de Livres et Manuscrits japonais, imprimés ou écrits avant l'ouverture du pays pour les Européens. Plus de la moitié de ces Ouvrages contiennent des dessins très instructifs pour l'étude de leurs arts et métiers, leurs anciennes coutumes, leurs théâtres, etc. »

([1]) Quelquefois en néphrite ou jadéite.

MÉMOIRES LUS.

MINÉRALOGIE. — *Production et cristallisation d'un silicate anhydre (enstatite) en présence de la vapeur d'eau à la pression ordinaire.* Note de M. STAN. MEUNIER. (Extrait par l'auteur.)

« Rien n'est plus facile, comme on le sait depuis longtemps, que d'obtenir artificiellement de l'enstatite cristallisée, et il suffit pour cela de faire fondre un mélange de silice et de magnésie en proportions convenables. Mais, au point de vue de l'histoire des météorites, cette solution du problème n'est qu'apparente, car plus on étudie les roches dont il s'agit, plus on est obligé de reconnaître que les phénomènes de fusion ignée sont restés à peu près étrangers à leur production. Pas n'est besoin de rappeler ici comment M. Daubrée a mis en évidence les effets désorganisateurs de la fusion sur les types les plus variés de pierres tombées du ciel; mais on relira avec intérêt cette remarque du savant géologue :

« La température élevée produite dans le laboratoire a amené, dit-il, la formation de silicates en cristaux nets et volumineux tels qu'on n'en rencontre jamais dans les météorites. Il est en effet extrêmement digne de remarque que les substances silicatées qui composent les météorites du type commun y soient toujours à l'état de cristaux très petits et essentiellement confus, malgré leur extrême tendance à cristalliser. S'il était permis de chercher quelque analogie autour de nous, nous dirions que les cristaux obtenus par la fusion des météorites rappellent les longues aiguilles de glace que l'eau liquide forme en se congelant, tandis que la structure à grains fins des météorites naturelles du type commun ressemble plutôt à celle du givre ou de la neige, formée, comme on le sait, par le passage immédiat de la vapeur d'eau atmosphérique à l'état solide (¹). »

» C'est d'après ces considérations et guidé par mes résultats antérieurs que j'ai cherché à produire, suivant l'expression qui vient d'être rappelée, une sorte de *givre* dont la substance fût, non pas de l'eau, mais du bisilicate de magnésie. Le succès m'a mis en présence du premier cas de production d'un silicate anhydre en présence de la vapeur d'eau à la pression ordinaire (²).

» La disposition de l'expérience, qui ne pouvait avoir d'intérêt qu'autant

---

(1) DAUBRÉE, *Études synthétiques de Géologie expérimentale*, p. 583.

(2) Je dois, à cette occasion, adresser mes vifs remercîments à M. Albert Levallois, licencié ès sciences, qui a bien voulu me prêter son concours dans quelques-unes de mes expériences.

qu'elle reproduirait des conditions naturelles, a été inspirée par des considérations qui sont du domaine de la Géologie comparée. C'est ce qu'il sera aisé de montrer.

» La situation stratigraphique des roches silicatées magnésiennes terrestres, dont l'importance apparaît plus grande chaque jour, indique que la date de leur consolidation est extrêmement reculée. Peut-être mériteraient-elles le nom de *roches primordiales*, étant chronologiquement antérieures au granite, dont la structure intime indique un milieu d'origine différent à beaucoup d'égards.

» Quoi qu'il en soit, si l'on se place au point de vue du rôle de la concrétion dans la formation des roches, on peut remarquer que les régions les plus externes du globe solaire présentent un mélange de vapeurs où se rencontrent tous les éléments nécessaires à la constitution des silicates magnésiens. Sans doute l'intensité de la chaleur qui règne dans ces régions est la seule cause, par la dissociation qu'elle provoque, du maintien de ces éléments à l'état séparé, mais il se pourrait que les composés que nous avons en vue entrassent pour une forte proportion dans la constitution de cette poussière solide à laquelle la photosphère doit tout son éclat. Les minéraux magnésiens déjà signalés sous le nom de *cosmiques* joueraient un rôle de premier ordre dans l'économie de notre système en rendant lumineuse la radiation du Soleil. En tous cas, il est logique de supposer que, soumis à un refroidissement suffisant, le mélange des vapeurs protubérantielles donnerait naissance, entre autres produits, à des silicates magnésiens.

» C'est cette idée, toute risquée qu'elle puisse sembler tout d'abord, que j'ai soumise à l'expérience, et, ne pouvant emprunter au Soleil une partie de sa chromosphère, j'ai cherché à faire de celle-ci une imitation aussi parfaite que possible pour le but spécial qui était en vue. En d'autres termes, j'ai mis en présence, à une température convenable, la vapeur d'eau, la vapeur de magnésium et la vapeur de chlorure de silicium. Dans la pratique, le magnésium, en fils ou en rubans, est placé vers le milieu d'un tube de porcelaine disposé sur un fourneau. L'une des extrémités du tube est en rapport avec une cornue où bout de l'eau; à l'autre extrémité débouche le tube abducteur d'un petit ballon renfermant du chlorure de silicium chauffé au bain-marie. On ménage, bien entendu, une issue dans l'un des bouchons pour les produits volatils. A peine le tube est-il au rouge que la réaction suivante s'établit :

$$Mg + SiCl^2 + 3HO = \underbrace{SiO^2, MgO}_{\text{Enstatite.}} + 2HCl + H.$$

Quand l'opération est bien conduite, l'enstatite se dépose en abondance et elle se présente sous la forme d'une poudre blanche d'aspect analogue à la silice elle-même; mais, examinée au microscope, elle offre des caractères auxquels on ne saurait se tromper. Elle est entièrement cristallisée en prismes, en général non terminés, éminemment clivables et très actifs sur la lumière polarisée. Les cristaux sont précisément « très petits et essentiellement confus », comme ceux des météorites décrits plus haut, et ils affectent entre eux les mêmes groupements. Par exemple, il est très fréquent de les rencontrer sous forme de rayonnements autour d'un point, absolument comme les agglomérations d'aiguilles d'enstatite si répandues dans les météorites les plus ordinaires.

» Un autre trait d'identité réside dans les fissures qui traversent en tous sens les cristaux d'enstatite, qu'ils appartiennent à des météorites naturelles ou qu'ils sortent du tube de porcelaine, et je crois que ce caractère de fendillement est fort éloquent relativement aux conditions d'origine des roches qui le présentent. On sait que ce même caractère est offert à un très haut degré par nos roches trachytiques, et l'on doit en tirer des notions nouvelles sur le mode de formation de celles-ci. Je me réserve d'y revenir très prochainement.

» Exceptionnellement, les cristaux artificiels d'enstatite ont un volume un peu plus gros, plus de limpidité, moins de fendillements, une netteté plus parfaite d'arêtes; on ne saurait alors les distinguer de la variété si remarquable que j'ai découverte il y a plus de dix ans dans la syssidère de Deesa et décrite sous le nom de *Victorite* ([1]). M. Des Cloizeaux a bien voulu la soumettre alors à une étude cristallographique complète.

» Le procédé qui vient d'être exposé ne restera pas restreint à la synthèse de l'enstatite; il constitue une méthode générale d'où j'ai déjà tiré deux expériences différentes qui en dérivent, l'une par la substitution de l'aluminium métallique au magnésium, l'autre par la substitution du chlorure d'aluminium au chlorure de silicium. Les produits de ces réactions ne sont pas encore complètement étudiés, et je me borne en ce moment à prendre date à leur égard. »

([1]) Le *Cosmos* du mois de décembre 1869.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Généralisation de deux théorèmes sur les fonctions* Θ. Note de M. ELLIOT. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Bouquet.)

« MM. Clebsch et Gordan ont été amenés, dans leur Ouvrage *Sur les fonctions abéliennes,* à tirer de développements en série une fonction qu'ils désignent par $\Theta^{(q)}$, et qui est une somme de termes composés chacun du produit d'une fonction Θ ordinaire par une exponentielle dont l'exposant contient des intégrales de troisième espèce. Je me suis proposé, dans le Mémoire dont je donne ici un aperçu, d'étendre à cette fonction les deux théorèmes qui servent de base au problème de l'inversion d'après la méthode de Riemann. M. Briot, dans sa *Théorie des fonctions abéliennes,* en a donné la démonstration, quelle que soit la nature des points critiques et leur disposition dans le plan. J'en rappelle l'énoncé.

» Si dans une fonction $\Theta(u_1, u_2, \ldots, u_p)$ de p variables on remplace les variables u_i par $u^{(i)}(x,y) - G_i$, $u^{(i)}(x,y)$ désignant les p intégrales normales de première espèce :

» 1° La fonction $\Theta(u^{(i)} - G_i)$ admet p zéros (x_1, y_1), (x_2, y_2), ..., (x_p, y_p).

» 2° Ces zéros satisfont aux équations suivantes :

$$\sum_{h=1}^{h=p} u^{(i)}(x,y) - G_i \equiv C_i,$$

les quantités C_i désignant des constantes indépendantes des G_i et le signe $\equiv$ signifiant qu'on doit ajouter aux seconds membres des multiples quelconques des périodes.

» La fonction $\Theta^{(q)}$ que je considère diffère de celle de MM. Clebsch et Gordan par le choix des constantes qui accompagnent dans chaque terme les intégrales de troisième espèce. Pour définir ces constantes, je m'appuie sur les propriétés suivantes. Soit $v^{(k)}$ une intégrale normale de troisième espèce dont les infinis sont $(\xi^{(k)}, \xi_1^{(k)})$, $(\eta^{(k)}, \eta_1^{(k)})$. Les périodes d'indice impair de $v^{(k)}$ sont nulles, et les p périodes d'indice pair sont

$$u^{(i)}(\eta^{(k)}, \eta_1^{(k)}) - u^{(i)}(\xi^{(k)}, \xi_1^{(k)}) = 2\beta_{k,i} \quad (i = 1, 2, \ldots, p);$$

l'intégrale $u^{(i)}(\xi^{(k)}, \xi_1^{(k)})$, par exemple, est supposée prise le long d'un chemin

formé des lacets fondamentaux de deuxième espèce [1] conduisant de la racine initiale y_0 à la racine y_{α_k} avec laquelle commence le circuit unique qui contient le lacet $(\xi^{(k)}, \xi_1^{(k)})$ chemin suivi des lacets relatifs aux points critiques algébriques qui entrent dans ce circuit jusqu'à la droite $O\xi^{(k)}$ décrite une seule fois de O vers $\xi^{(k)}$.

» Soit $v^{(h)}$ une autre intégrale normale de troisième espèce dont les infinis sont $(\xi^{(h)}, \xi_1^{(h)})$, $(\eta^{(h)}, \eta_1^{(h)})$. Posons

$$v^{(k)}(\eta^{(h)}, \eta_1^{(h)}) - v^{(k)}(\xi^{(h)}, \xi_1^{(h)}) = L_{k,h},$$

l'intégrale $v^{(k)}$ étant prise le long d'un chemin analogue aux précédents et qui ne contient aucun lacet logarithmique. On démontre que $L_{k,h} = L_{h,k}$.

» Soient maintenant $v^{(1)}, v^{(2)}, \ldots, v^{(q)}$ q intégrales abéliennes normales de troisième espèce, $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_q$ des quantités égales à ± 1, $G_1, G_2, \ldots, G_p$, $g_1, g_2, \ldots, g_q$ des constantes et $H_1, H_2, \ldots, H_q$ des quantités définies par

$$4H_t = \varepsilon_1 L_{t,1} + \ldots + \varepsilon_{t-1} L_{t,t-1} + \varepsilon_{t+1} L_{t,t+1} + \ldots + \varepsilon_q L_{t,q} \quad (t = 1, 2, \ldots, q),$$

la fonction $\Theta^{(q)}$ de la seule variable x que nous avons en vue sera

$$\Theta^{(q)}(u^{(i)} - G_i, V^{(k)} - g_k) = \sum \Theta\left(u^{(i)} - G_i + \sum_{k=1}^{k=q} \varepsilon_k \beta_{k,i}\right) e^{\frac{1}{2}\sum_{k=1}^{k=q} v^{(k)} - g_k + H_k},$$
$$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_q = \pm 1.$$

Il y a autant de termes dans la fonction que de groupes distincts formés par les ε, c'est-à-dire 2^q. Chacun d'eux est défini par le système des valeurs attribuées aux ε, et à chaque terme répond un système déterminé de valeurs pour les constantes H. L'extension dont il s'agit consiste dans les deux théorèmes suivants :

» 1° *La fonction* $\Theta^{(q)}(u^{(i)} - G_i, v^{(k)} - g_k)$ *admet* $p + q$ *zéros* (x_1, y_1), $(x_2, y_2), \ldots, (x_{p+q}, y_{p+q})$.

» 2° *Ces* $p + q$ *zéros satisfont aux équations*

$$\sum_{h=1}^{h=p+q} u^{(i)}(x_h, y_h) - G_i \equiv C_i \quad (i = 1, 2, \ldots, p),$$

$$\sum_{h=1}^{h=p+q} v^{(k)}(x_h, y_h) - g_k \equiv c_k \quad (k = 1, 2, \ldots, q),$$

C_i *et* c_k *étant des constantes indépendantes des* G_i *et* g_k.

---

[1] Voir l'Ouvrage de M. Briot.

» Remarquons que la fonction $\Theta^{(q)}$ peut être transformée de façon à ne contenir la variable x que par des fonctions Θ ordinaires, dont une partie est soumise à des radicaux carrés, car l'exponentielle $e^{v^{(k)}}$ peut s'exprimer par un double quotient de ces fonctions Θ.

» Je suis la marche adoptée par M. Briot pour établir la démonstration. Elle repose exactement sur les mêmes principes et ne suppose rien sur la nature des points critiques ni sur la façon dont les lacets logarithmiques entrent dans les différents circuits. Enfin, on peut affecter les 2^q termes de la fonction de signes arbitraires, mais déterminés, sans que les deux théorèmes cessent de s'appliquer. »

MÉCANIQUE. — *Détermination des tensions moyennes développées aux extrémités d'une corde pesante oscillant autour d'une position de repos apparent.* Note de M. **H. Léauté**, présentée par M. Rolland.

(Commissaires : MM. Phillips, Rolland, Resal.)

« Nous avons démontré (¹) que les équations des petites oscillations d'une courbe funiculaire primitivement plane sont les suivantes :

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} = A_1 - \mathcal{E}\frac{\omega}{\rho} + \frac{dT_1}{d\sigma},$$

$$\frac{d^2\beta}{dt^2} = B_1 + \frac{d}{d\sigma}\left(\mathcal{E}\frac{d\beta}{d\sigma}\right) - 2V\frac{d^2\beta}{d\sigma\,dt},$$

$$\frac{d^2\gamma}{dt^2} = C_1 + \frac{d}{d\sigma}(\mathcal{E}\omega) - 2V\frac{d\omega}{dt} + \frac{T_1}{\rho},$$

$$\frac{d\alpha}{d\sigma} - \frac{\gamma}{\rho} = 0,$$

$$\frac{d\gamma}{d\sigma} + \frac{\alpha}{\rho} = \omega.$$

» Si l'on considère 1° le cas de la pesanteur, 2° un arc d'un petit nombre de degrés, 3° une inclinaison faible sur l'horizontale des éléments

(¹) *Comptes rendus*, séance du 16 février 1880. Le lecteur est prié de se reporter à ce Mémoire pour les notations.

de cet arc, les équations précédentes deviennent

$$(1)\qquad \frac{dT_1}{d\sigma} = \frac{d^2\alpha}{dt^2} + \varpi\frac{\omega}{\rho},$$

$$(2)\qquad 0 = \frac{d^2\beta}{dt^2} - \varpi\frac{d^2\beta}{d\sigma^2} + 2V\frac{d^2\beta}{d\sigma\, dt},$$

$$(3)\qquad \frac{T_1}{\rho} = \frac{d^2\gamma}{dt^2} - \varpi\frac{d\omega}{d\sigma} + 2V\frac{d\omega}{dt},$$

$$(4)\qquad \frac{d\alpha}{d\sigma} - \frac{\gamma}{\rho} = 0,$$

$$(5)\qquad \rho\frac{d^2\alpha}{d\sigma^2} + \frac{\alpha}{\rho} = \omega,$$

où l'on peut regarder ρ et ϖ comme des constantes.

» Les diverses hypothèses que nous venons de faire sont réalisées dans les transmissions télodynamiques. En calculant donc, au moyen des formules précédentes, l'accroissement de tension T_1 qui correspond aux déplacements α' et α'' des extrémités, nous aurons tous les éléments nécessaires pour étudier complètement la question de la transmission du mouvement dans ces sortes d'installations.

» C'est le calcul de T_1 en fonction de α' et α'' qui constitue ce travail, et l'observation qui vient d'être faite suffit à en montrer l'intérêt.

» Remarquons tout d'abord que, les oscillations latérales n'ayant pas d'influence sur la tension, ainsi que nous l'avons établi dans le travail précédemment cité, nous pouvons laisser de côté l'équation (2).

» Cela posé, calculons α, γ et ω au moyen de α' et α''.

» De l'équation (5) on tire

$$\alpha = \sin\frac{\sigma}{\rho}\int\omega\cos\frac{\sigma}{\rho}\,d\sigma - \cos\frac{\sigma}{\rho}\int\omega\sin\frac{\sigma}{\rho}\,d\sigma,$$

ou, si l'on veut, puisque $\frac{\sigma}{\rho}$ est petit,

$$\alpha = \frac{1}{\rho}\iint\omega\, d\sigma^2.$$

» On a de même, par l'équation (4),

$$\gamma = \int\omega\, d\sigma,$$

de sorte que α et γ s'obtiennent par de simples quadratures quand ω est connu.

» Mais, si l'on construit la courbe dont les valeurs de ω sont les or-

données et dont les valeurs de σ sont les abscisses, on peut, au degré d'approximation que comporte la question, négliger, dans l'évaluation des intégrales précédentes, les sinuosités de cette courbe, et remplacer ω par sa valeur moyenne prise sous la forme

$$\omega = A\sigma + B,$$

A et B étant deux quantités qui ne dépendent que du temps.

» On en conclut

$$\rho\alpha = \frac{A\sigma^3}{6} + \frac{B\sigma^2}{2} + C\sigma + D,$$

$$\gamma = \frac{A\sigma^2}{2} + B\sigma + C.$$

» Les quantités A, B, C, D se déterminent par ces conditions que, pour les extrémités de l'arc $-\sigma_0$ et $+\sigma_0$, α est égal à α' et à α'', et que γ est nul; on obtient ainsi

$$(6) \qquad \alpha = \frac{\alpha' + \alpha''}{2} - \frac{\alpha'' - \alpha'}{4}\left(\frac{\sigma^2}{\sigma_0^2} - 3\right)\frac{\sigma}{\sigma_0},$$

$$(7) \qquad \gamma = \frac{3}{4}\rho\frac{\alpha'' - \alpha'}{\sigma_0}\left(1 - \frac{\sigma^2}{\sigma_0^2}\right),$$

$$(8) \qquad \omega = -\frac{3}{2}\rho(\alpha'' - \alpha')\frac{\sigma}{\sigma_0^3}.$$

» Il nous faut maintenant recourir aux équations (1) et (3) pour calculer T_1 en fonction de α', α'' et σ.

» Nous emploierons pour cela un mode particulier de développement des fonctions, à l'aide des valeurs moyennes de la fonction et de ses dérivées successives, que nous ferons connaître ultérieurement. Ce développement, borné à ses deux premiers termes, donne la formule, facile d'ailleurs à obtenir directement,

$$T_1 = (\text{moy}.\,T_1) + \sigma\left(\text{moy}.\,\frac{dT_1}{d\sigma}\right).$$

» Il suffit donc, pour obtenir T_1, de calculer les valeurs moyennes de T_1 et de $\frac{dT_1}{d\sigma}$. Or, ce calcul se fait immédiatement en substituant dans les équations (1) et (3) les valeurs de α, γ et ω fournies par les équations (6) (7) et (8); on trouve alors

$$\text{moy}.\,T_1 = \frac{1}{2\sigma_0}\int_{-\sigma_0}^{\sigma_0} T_1\,d\sigma = \frac{3}{2}\frac{\mathfrak{E}\rho^2}{\sigma_0^3}(\alpha'' - \alpha') + \frac{\rho^2}{2\sigma_0}\frac{d^2(\alpha'' - \alpha')}{dt^2},$$

$$\text{moy}.\,\frac{dT_1}{d\sigma} = \frac{1}{2\sigma_0}\int_{-\sigma_0}^{\sigma_0}\frac{dT_1}{d\sigma}\,d\sigma = \frac{1}{2}\frac{d^2(\alpha'' + \alpha')}{dt^2},$$

et, par suite,

$$T_1 = \frac{3}{2}\frac{\mathfrak{E}\rho^2}{\sigma_0^3}(\alpha''-\alpha') + \frac{\rho^2}{2\sigma_0}\frac{d^2(\alpha''-\alpha')}{dt^2} + \frac{1}{2}\frac{d^2(\alpha''+\alpha')}{dt^2}\sigma,$$

ce qui donne, pour les tensions cherchées aux deux extrémités,

$$T'_1 = \frac{3}{2}\frac{\mathfrak{E}\rho^2}{\sigma_0^3}(\alpha''-\alpha') + \frac{\rho^2}{2\sigma_0}\frac{d^2(\alpha''-\alpha')}{dt^2} - \frac{1}{2}\frac{d^2(\alpha''+\alpha')}{dt^2}\sigma_0,$$

$$T''_1 = \frac{3}{2}\frac{\mathfrak{E}\rho^2}{\sigma_0^3}(\alpha''-\alpha') + \frac{\rho^2}{2\sigma_0}\frac{d^2(\alpha''-\alpha')}{dt^2} + \frac{1}{2}\frac{d^2(\alpha''+\alpha')}{dt^2}\sigma_0. \text{ »}$$

M. G. **Gamard** adresse une description et une photographie d'un phonographe à plateau, à mouvement rectiligne et à feuille de cuivre.

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, Desains.)

M. **Max. Cornu** adresse un Mémoire portant pour titre « Le Meunier, maladie des laitues, *Peronospora gangliiformis* (Berk.) ».

(Commissaires : MM. Duchartre, Trécul, Chatin.)

CORRESPONDANCE.

M. G. **Leveau** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à l'une des places d'Astronome titulaire de l'Observatoire de Paris.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. F. **Lucas** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès du général *Morin*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

S. M. **don Pedro** adresse, de Rio Janeiro, la dépêche suivante :

« Rio de Janeiro, 20 février 1880.

» *Deuxième Note de Liais.* — Comète seulement observée 4 et 8. Renseignements : Observations faites ailleurs. Approximativement, distance périhélie, 0,05 à 0,10; passage périhélie, 11; inclinaison, 80°; longitude du nœud ascendant, 120°; longitude du périhélie, 85°.

» Ped. Alcantara. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des taches et protubérances solaires pendant les troisième et quatrième trimestres de* 1879. Lettre du P. **Tacchini** à M. le Président.

« Rome, 18 février 1880.

» Dans ma Note précédente (¹), je faisais remarquer que les résultats de mes observations relatives au deuxième trimestre de 1879 indiquaient une certaine augmentation dans l'énergie des phénomènes solaires, et j'ajoutais que nous avions dépassé alors l'époque du *minimum* d'activité solaire, qui doit avoir eu lieu à peu près au commencement de l'année actuelle. Les observations que j'ai pu faire à Rome, pendant les troisième et quatrième trimestres de 1879, viennent confirmer cette assertion. Le nombre de jours d'observation a été de 143, savoir, 84 dans les mois de juillet, août et septembre, et 59 en octobre, novembre et décembre. Pour mieux montrer l'accroissement progressif de l'activité solaire, je reporterai ici les données relatives à chaque trimestre de l'année dernière :

	Premier trimestre 1879.	Deuxième trimestre 1879.	Troisième trimestre 1879.	Quatrième trimestre 1879.
Fréquence relative des taches	0,33	0,81	2,14	4,03
Fréquence des jours sans taches..........	0,91	0,49	0,47	0,46
Grandeur relative des taches............	0,22	1,08	5,99	6,55
Grandeur relative des facules..........	0,22	11,40	22,56	25,27
Nombre moyen de protubérances par jour	1,1	2,6	3,4	5,1
Hauteur moyenne des protubérances.....	20″,1	36″,0	38″,81	41″,74
Extension moyenne des protubérances	0°,77	1°,43	1°,64	2°,01

» L'accroissement progressif de l'activité solaire est donc évident et cette série le démontre assez bien pour les différents éléments, par la raison que les observations, quoique exécutées moitié à Palerme et moitié à Rome, ont été faites d'après la même méthode d'observation, de classification et de mesure, tandis que, si l'on prend des séries exécutées par différents observateurs avec des moyens et par des méthodes assez différents, comme cela arrive d'ordinaire, l'accord ne sera pas entièrement possible; on comprend de même comment doivent varier les époques des maxima et minima en raison de la réunion de différentes séries d'observations.

» Les protubérances ont satisfait aux mêmes lois, c'est-à-dire que le

(¹) *Comptes rendus*, séance du 15 septembre 1879 t. LXXXIX, p. 519.

maximum de fréquence se reproduit dans chaque hémisphère entre les parallèles de 30° et 50°, et que, en raison de l'augmentation de l'activité solaire, elles se sont étendues peu à peu jusque près des pôles, comme l'indiquent les nombres suivants :

Nombre des protubérances aux différentes latitudes héliocentriques.

3e trimestre 1879. Latitudes.	Protubérances.	4e trimestre 1879. Latitudes.	Protubérances.
De + 90° à + 70°.....	2	De + 90° à + 70°.....	3
+ 70 + 50.....	25	+ 70 + 50.....	28
+ 50 + 30.....	58	+ 50 + 30.....	45
+ 30 + 10.....	16	+ 30 + 10.....	42
+ 10 0.....	3	+ 10 0.....	2
0 − 10.....	3	0 − 10.....	4
− 10 − 30.....	15	− 10 − 30.....	7
− 30 − 50.....	71	− 30 − 50.....	53
− 50 − 70.....	11	− 50 − 70.....	12
− 70 − 90.....	0	− 70 − 90.....	2

» Nous avons fait le même travail pour les facules; pour rendre comparable la nouvelle série avec les observations que j'ai faites à Palerme, j'ai eu la précaution, quand il y avait des doutes, d'employer un grossissement plus fort dans la projection à l'équatorial de Cauchoix. Voici les résultats obtenus :

Nombre des facules aux différentes latitudes héliocentriques.

3e trimestre 1879. Latitudes.	Facules.	4e trimestre 1879. Latitudes.	Facules.
De + 90° à + 70°........	0	De + 90° à + 70°........	1
+ 70 + 50........	2	+ 70 + 50........	9
+ 50 + 30........	6	+ 50 + 30........	10
+ 30 + 10........	13	+ 30 + 10........	21
+ 10 0........	11	+ 10 0........	2
0 − 10........	0	0 − 10........	3
− 10 − 30........	13	− 10 − 30........	21
− 30 − 50........	5	− 30 − 50........	6
− 50 − 70........	1	− 50 − 70........	3
− 70 − 90........	0	− 70 − 90........	0

» Les facules conservent ainsi leur maximum de fréquence plus près de l'équateur solaire que les protubérances, c'est-à-dire entre les paral-

lèles de 10° et 30° dans chaque hémisphère, comme dans le deuxième trimestre. Le nombre des facules, ainsi que des protubérances, est un peu plus grand dans l'hémisphère nord du Soleil ; ce résultat s'accorde avec celui des observations antérieures, qui m'ont toujours montré une activité plus grande dans cet hémisphère, même à l'époque du minimum. D'autres particularités relatives aux observations faites pendant l'année 1879 seront mentionnées dans le Volume de l'Observatoire qui sera publié prochainement. J'ajouterai seulement que les éruptions métalliques n'ont pas fait défaut, mais ont toujours été très limitées et, à ce qu'il me semble, en proportion de l'accroissement relativement faible de l'activité solaire. »

PHYSIQUE. — *Comparaison entre les courbes des tensions des vapeurs saturées.* Note de M. P. DE MONDESIR, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Victor Regnault, dans ses Mémoires sur les forces élastiques des vapeurs, a établi séparément pour chaque vapeur une formule empirique dont il a déduit une Table de tensions et le tracé de deux courbes. L'illustre expérimentateur n'a donné aucune indication générale sur les ressemblances et les désaccords des vapeurs étudiées par lui. On se trouve donc sans guide au milieu de vingt-huit formules exponentielles, toutes différentes les unes des autres, et d'un nombre encore plus grand de courbes qui se croisent et s'enchevêtrent en tous sens.

» En prenant pour unique base les chiffres de Regnault, sans aucune vue théorique, j'ai essayé de me rendre compte des analogies et des différences qui existent entre les vapeurs. Mon travail débute par un procédé élémentaire de comparaison entre deux vapeurs quelconques. Regnault a donné des Tables de tension de 5° en 5°; dans une de ces Tables je prends des températures également espacées, de 10° en 10° par exemple, et les tensions qui sont en regard. Dans la Table d'un autre corps je cherche, par interpolation, ces mêmes tensions et les températures qui leur correspondent. On a donc ainsi, je le répète, une seule série de tensions et les deux séries des températures qui, appliquées aux deux corps, produisent ces tensions. Les températures du premier corps ont été choisies croissantes de 10° en 10°, c'est-à-dire qu'elles forment une progression arithmétique dont la raison est 10. Il s'agit de voir comment croissent les températures du second corps. Or, les calculs faits sur toutes les vapeurs étudiées par Regnault montrent que souvent les températures du second

corps forment, elles aussi, une progression arithmétique ou à très peu près, c'est-à-dire que leurs différences successives sont sensiblement constantes. Lorsqu'elles varient, c'est avec assez de lenteur pour que dans les cas extrêmes, après un long parcours thermométrique, le changement ne dépasse pas 25 pour 100. Il faut toutefois mettre à part le protoxyde d'azote. Le Tableau ci-dessous présente une comparaison avec toutes ses colonnes :

Soufre et éther vinique.

Tensions communes des deux vapeurs.	Températures du soufre.	Différences.	Températures de l'éther.	Différences successives des températures de l'éther.
272,31	390°		8°,77	
		20°		8°,96
395,20	410		17,73	
		20		8,97
560,98	430		26,70	
		20		8,98
779,89	450		35,68	
		20		9,01
1063,17	470		44,69	
		20		9,02
1422,88	490		53,71	
		20		9,03
1871,57	510		62,74	
		20		9,04
2421,97	530		71,78	
		20		9,01
3086,51	550		80,79	
		20		8.99
3877,08	570		89,78	

» On voit que, les tensions, les températures du premier corps et leurs différences étant des données choisies à volonté, ce n'est pas sur elles que doit se porter l'attention, mais seulement sur les différences pour le second corps, car ces différences montrent comment marchent les accroissements de température de ce second corps. Je réduis donc les Tableaux suivants à cette partie essentielle :

AMMONIAQUE. Différence choisie.	ALCOOL. Différences.	CHLORURE phosphoreux. Différence choisie.	SULFURE de carbone. Différences.	ÉTHER iodhydrique. Différence choisie.	CHLORURE de carbone. Différences.
10°	12°,49	10°	9°,42	°	°
10	12,48	10	9,51	10	9,79
10	12,51	10	9,53	10	9,87
10	12,54	10	9,56	10	9,94
10	12,52	10	9,59	10	9,98
10	12,54	10	9,55	10	9,98
10	12,64	10	9,53	10	9,98

» Pour voir comment marche l'accroissement des températures d'un corps il suffit de comparer entre elles les différences de ce corps; mais, pour

passer à un point de vue plus général, il faut mettre ces différences en regard de celle choisie constante pour le premier corps et prendre le quotient, puis enfin rapporter ainsi toutes les vapeurs à une seule. Ces rapports constituent pour les vapeurs un genre de nombres proportionnels que j'appellerai *paramètres*. Les paramètres sont donc les nombres de degrés qui, à partir d'une même tension, produisent pour les vapeurs les mêmes accroissements de pression. Lorsque les différences successives ne sont pas constantes, il faut adopter pour le paramètre une valeur moyenne, ou, ce que je crois préférable, la valeur au point d'ébullition ordinaire. Si les différences sont constantes, les deux vapeurs auront la même formule avec les paramètres comme facteurs de l'exposant t. Dans le même cas, pour identifier les deux courbes il suffira de construire chacune d'elles avec une échelle thermométrique inversement proportionnelle au paramètre. On peut se figurer le résultat de cette opération en imaginant qu'on prenne la planche sur laquelle est tracée la courbe de Regnault et qu'on l'allonge ou qu'on la raccourcisse dans le sens de l'axe des températures, partout proportionnellement. Si les différences sont variables et qu'on fasse la même opération avec la valeur constante choisie pour le paramètre, les courbes ne seront plus identifiées; elles seront seulement plus ou moins rapprochées. Mais la transformation reste tout aussi intéressante, parce qu'elle fait apprécier, à la vue, l'importance du rôle des paramètres. En effet, supposons qu'on prenne les vingt-huit courbes de Regnault et qu'on les place de manière à les faire passer toutes par un point d'egale tension, on aura un faisceau qui s'épanouira rapidement à partir du point commun. La courbe de l'acide carbonique fera l'un des bords du faisceau, celle du soufre l'autre bord, et toutes les autres courbes tomberont entre deux. Si l'on suit le faisceau, on verra que, la courbe de l'acide carbonique ayant parcouru soixante et quelques degrés thermométriques, celle du soufre, pour arriver au même niveau dans le sens des ordonnées, c'est-à-dire à la même pression, en aura parcouru deux cent vingt-cinq. La largeur du faisceau, dans le sens de l'axe des températures, est la différence de parcours sur les deux bords, c'est-à-dire 160°. Appliquons maintenant à toutes les courbes la transformation par leurs paramètres rapportés à un même corps; la largeur du faisceau se réduira de 160° à 8°. Les paramètres, c'est-à-dire de simples changements de l'unité de température, représentent donc ici 95 pour 100 sur l'ensemble des différences des vapeurs.

» La transformation par les paramètres ne se borne pas à resserrer le faisceau général : elle produit encore un tout autre résultat. Sous son in-

fluence, les courbes dispersées dans toutes les parties du faisceau primitif partent de leurs positions et viennent par deux, trois, quatre ou cinq former une même ligne un peu élargie. Ces groupements, dont il n'existait pas trace auparavant, permettent de mieux préciser les similitudes et les différences des vapeurs. Je donnerai quelques explications sur ce sujet dans une prochaine Communication, si l'Académie veut bien l'accueillir. »

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur un nouvel électro-aimant.* Note de M. **Chambrier**, présentée par M. Jamin.

« L'électro-aimant dont j'ai l'honneur de donner la description à l'Académie permet d'obtenir des effets plus puissants que ceux que l'on produit, à l'aide de la même pile, avec un électro-aimant ordinaire dont la masse de fer du noyau et la bobine sont identiques à la masse de fer et à la bobine du mien.

» Le seul changement, cause de cette différence, consiste à augmenter l'étendue des surfaces en présence, de l'extrémité du noyau et de l'armature oscillante. Pour cela, j'ai indiqué plusieurs dispositions, toutes presque équivalentes au point de vue des effets : je creuse le noyau en garnissant l'armature d'un teton épousant cette cavité, ou je fais l'inverse en faisant pénétrer le noyau dans une cavité ménagée dans l'armature; enfin, je combine ces deux dispositions ensemble, en permettant à la circonférence du noyau de pénétrer dans une rainure circulaire creusée dans l'armature.

» Mon électro-aimant, appliqué à un récepteur télégraphique Morse ou Breguet, nécessite une pile de 8 à 10 éléments, lorsque 15 éléments sont nécessaires pour faire fonctionner le même appareil muni d'un électro-aimant à armature plane. Le magnétisme rémanent n'est pas accru; il paraît plutôt affaibli. »

PHYSIQUE. — *Emploi du verre trempé pour la construction des condensateurs.* Note de M. G. **Ducretet**.

« Des récipients en *verre trempé*, employés comme bouteilles de Leyde, peuvent recevoir, sans être percés, une forte charge d'électricité, et par suite donner des étincelles condensées d'une puissance bien supérieure à celles qu'on obtient ordinairement. Des lames de verre trempé peuvent être employées au même usage.

» Nous possédons des bouteilles de Leyde de très petites dimensions, qui donnent des effets remarquables. »

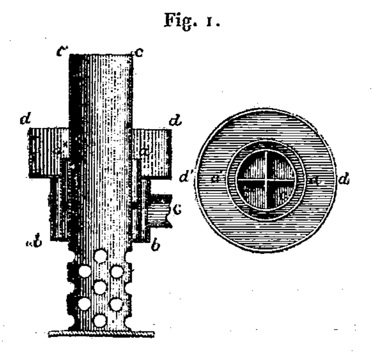
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'acétylène.* Note de M. E. **Jungfleisch**, présentée par M. Berthelot.

« Depuis que M. Berthelot a montré la présence de l'acétylène dans les mélanges gazeux provenant des combustions incomplètes, celles-ci ont été souvent utilisées pour la production de cet hydrocarbure. C'est encore par une combustion incomplète que s'effectue la préparation de l'acétylène au moyen de l'appareil que je me propose de faire connaître. Le combustible est le gaz d'éclairage.

» L'acétylène devant être séparé au moyen du protochlorure de cuivre ammoniacal des produits gazeux formés en même temps que lui, il est indispensable que ces derniers ne contiennent pas d'oxygène libre qui détruirait le réactif. Cette condition est fort difficile à remplir lorsqu'on brûle le gaz dans l'air, ainsi qu'on le fait d'ordinaire. J'ai pensé qu'en renversant, en quelque sorte, les circonstances, c'est-à-dire en produisant une flamme par un jet d'air pénétrant dans une atmosphère de gaz d'éclairage, l'oxygène de l'air ne pourrait échapper à la combustion tant que la flamme serait maintenue fermée et ne présenterait à sa partie supérieure aucune solution de continuité; il serait possible, dès lors, de varier les proportions d'air et de gaz de façon à atteindre le rendement maximum en acétylène.

» Le brûleur de l'appareil que j'ai fait construire sur ce principe se compose (*fig.* 1) d'un tube cylindrique *cc'*, terminé inférieurement par des ouvertures multiples qu'on peut ouvrir ou fermer au moyen d'une virole percée d'une manière identique. Ce tube sert à l'introduction de l'air. Le gaz d'éclai-

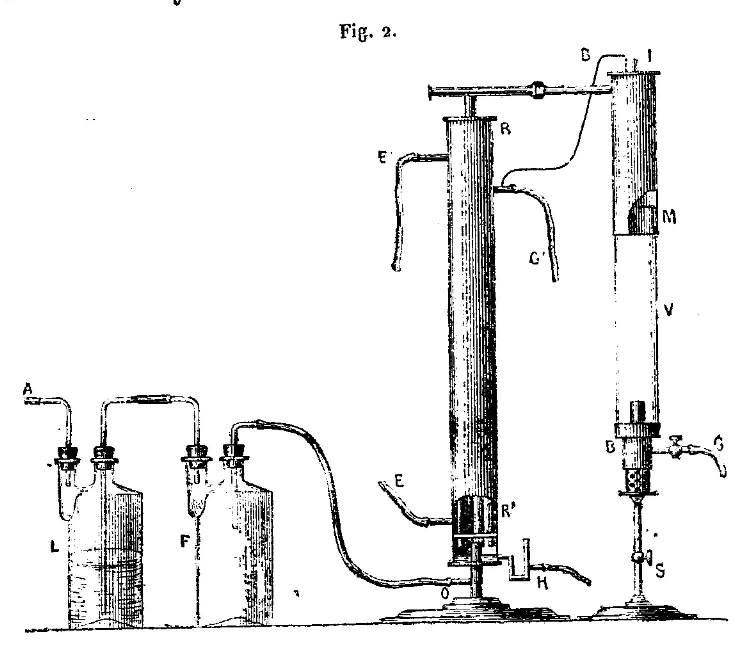
Fig. 1.



rage arrive en G, dans une boîte cylindrique *bb'*; il passe ensuite, par des orifices de grandeur et de position convenables pour le répartir régulièrement, dans un espace annulaire compris entre le tube *cc'* et un second plus large *aa'*. Une gaîne cylindrique de gaz, s'échappant de *aa'*, enveloppe ainsi l'air qui arrive en *cc'*. Une galerie *dd'*, fixée à l'appareil, supporte un verre à gaz ordinaire V, de $0^m,30$ de longueur; quelques gouttes d'huile placées dans la galerie empêchent toute entrée d'air à la base du verre. C'est dans l'intérieur de ce dernier que s'effectue la combustion incomplète.

» La seconde pièce qui, avec le brûleur, compose l'appareil est destinée à recueillir les produits de la combustion aspirés au moyen d'une trompe. Elle est formée d'un cylindre en laiton MI (*fig.* 2), pouvant recouvrir en M

Fig. 2.



la partie supérieure du verre et communiquant par un conduit horizontal IR avec un réfrigérant à tubes multiples RR', destiné à refroidir les gaz et à condenser la vapeur d'eau qu'ils contiennent. Pour assurer la fermeture, le verre pénètre en M dans un espace annulaire compris entre le tube enveloppant et un autre de moindre diamètre fixé à l'intérieur du premier. L'eau condensée dans le réfrigérant se rend en R', d'où elle s'écoule par l'orifice H, disposé en fermeture hydraulique. Les gaz sont aspirés en O et entraînés vers la trompe après avoir été dépouillés d'acétylène.

» En I, à l'extrémité du tube MI, est une petite cheminée métallique par

laquelle s'échappent, lorsque l'aspirateur ne fonctionne pas, les gaz formés en V. Ces derniers étant d'ordinaire peu facilement combustibles, on les entretient constamment allumés au moyen d'un petit brûleur B'. Pour maintenir en BI un léger excès de pression empêchant l'air de pénétrer en M, on modère l'aspiration de manière à laisser toujours échapper en I un peu des produits de la combustion incomplète; l'aspect de la flamme de ces derniers sert en même temps de guide pour régler la marche de l'appareil.

» L'expérience montre que le rendement en acétylène croît avec la quantité d'air introduite en *cc'*; étant donnée la composition du gaz de l'éclairage, on devrait donc pouvoir obtenir ainsi des mélanges contenant, après condensation de l'eau, de 7 à 8 pour 100 d'acétylène; mais d'autre part la proportion d'air se trouve limitée par la nécessité de maintenir la flamme fermée. En fait, les meilleures circonstances se trouvent réalisées quand les produits gazeux sont tellement mélangés d'azote et de vapeur d'eau, qu'ils brûlent en I avec une flamme pâle et s'éteignant facilement. La flamme intérieure est alors enveloppée de jaune et devient un peu fuligineuse. Dans ces conditions, le mélange gazeux aspiré contient, après avoir été dépouillé de vapeur d'eau par réfrigération, environ 3 centièmes de son volume d'acétylène. Il renferme peu d'acide carbonique et d'oxyde de carbone.

» L'aspiration nécessaire au fonctionnement de l'appareil ne peut être obtenue au moyen des trompes qui sont généralement usitées dans les laboratoires pour faire le vide et qui n'entraînent que quelques dizaines de litres par heure. Avec une pression d'eau de 12^m à 15^m, il suffit de diriger suivant l'axe d'un tube vertical de $0^m,15$ de diamètre, de 1^m de longueur et plongé dans l'eau à sa partie inférieure, un jet de liquide de $0^m,005$ à $0^m,006$, pour avoir une aspiration suffisante.

» L'absorption de l'acétylène se fait, comme d'ordinaire, en faisant passer les gaz dans du réactif cuivreux. Le courant étant rapide, pour absorber tout l'acétylène, il est nécessaire de multiplier les flacons laveurs. On place avant ceux-ci un vase vide qui empêche les soubresauts du réactif d'agiter la flamme.

» L'appareil réglé fonctionne à peu près sans surveillance; il est nécessaire seulement de renouveler le réactif. J'ai déterminé à plusieurs reprises le volume d'acétylène pur que l'on peut obtenir en traitant par l'acide chlorhydrique l'acétylure cuivreux qu'il fournit dans un temps donné : ce volume est égal à 15^{lit} par heure. Cette production est relativement très

considérable; j'ajouterai qu'elle peut être augmentée à volonté en modifiant les dimensions du brûleur, la teneur en acétylène des gaz formés pouvant être maintenue constante. Dans tous les cas, elle est suffisante pour permettre de tenter avec l'acétylène des expériences rendues pénibles jusqu'ici par des difficultés de préparation. »

THERMOCHIMIE. — *Détermination des chaleurs de combustion de la glycérine et du glycol éthylénique.* Note de M. **W. Louguinine**, présentée par M. Berthelot.

« Les déterminations qui font le sujet du présent Mémoire ont été exécutées à l'aide de combustions vives dans une atmosphère d'oxygène. Ma manière d'opérer diffère par quelques détails de celles qui ont été usitées jusqu'à ce jour dans ce genre de recherches.

» Je me suis servi du calorimètre de M. Berthelot, avec ses enceintes préservatrices et son agitateur hélicoïdal. La combustion se produisait dans une chambre en verre. La substance à brûler, contenue dans une petite lampe en verre munie d'une mèche en amiante, était allumée au moyen d'un courant galvanique, qui échauffait à l'incandescence un fil de platine très fin, en contact avec la mèche en amiante.

» Les recherches que je publie actuellement ne portent que sur deux corps, la glycérine et le glycol; elles forment le début d'un grand travail que j'ai entrepris sur les chaleurs de combustion de différentes substances organiques.

» I. *Glycérine purifiée par distillation dans une petite cornue en portions d'à peu près* 20^{gr}. — Dans ces conditions, elle distille absolument limpide, et le thermomètre est tout à fait stable (corrigé $291°,3$). La substance a été analysée par moi.

» Quantité de chaleur dégagée dans la transformation de

$$C^3H^8O^3 \text{ liquide} + 7O \text{ gazeux} = 4H^2O \text{ liquide} + 3CO^2 \text{ gazeux}:$$

$$\begin{array}{lr} Q = & 391076^{cal} \\ & 393542 \\ & 391045 \\ & 395091 \\ & 393365 \\ & 390612 \\ \hline \text{Moyenne} \ldots\ldots & 392455 \end{array}$$

» II. *Glycol éthylénique provenant de la fabrique Kahlbaum de Berlin, purifié et analysé par moi.* — Quantité de chaleur dégagée dans la transformation de $C^2H^6O^2$ liquide + 5O gazeux = $3H^2O$ liquide + $2CO^2$ gazeux :

	$Q = 283735^{cal}$
	281951
	284192
Moyenne.........	283293

» Les nombres que j'ai obtenus concordent assez bien avec ceux qui étaient à prévoir. M. Berthelot a montré que l'adjonction de O correspondait à une diminution de 40000^{cal} dans la chaleur de combustion. C'est à des nombres très voisins que je suis arrivé; en effet, la chaleur de combustion de C^2H^6O... a été trouvée égale à 321000^{cal}. J'ai trouvé pour $C^2H^6O^2$... la chaleur de combustion 283293^{cal}. Différence, 37707^{cal}.

» La chaleur de combustion de l'alcool propylique n'a pas été déterminée expérimentalement. Favre et Silbermann lui attribuent une valeur de 481000^{cal}. Si l'on calcule sa valeur en partant de celle de l'alcool éthylique et si l'on ajoute à 321000^{cal} les 155000^{cal} qui correspondent à la différence entre les chaleurs de combustion des alcools homologues en passant de l'alcool éthylique à l'alcool amylique, on obtient pour la chaleur de combustion de l'alcool propylique le nombre de 476000^{cal}.

» Si nous acceptons ce dernier nombre, nous trouvons que la différence entre la chaleur de combustion de cet alcool et de la glycérine est de 83545^{cal}, ce qui correspond à une diminution de 41780^{cal} pour chaque atome de O. M. Berthelot, dans son Mémoire sur les quantités de chaleur dégagées dans la formation des composés organiques (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI), attribue à la chaleur de combustion de la glycérine la valeur de 400000^{cal}, fort rapprochée des 392455^{cal} données par l'expérience directe; ce dernier nombre ne fait que confirmer la conclusion à laquelle est arrivée M. Berthelot, que la combinaison d'un acide gras et de la glycérine avec séparation d'eau est accompagnée d'une absorption de chaleur. Je compte, du reste, étudier plus en détail cette question, en déterminant les chaleurs de combustion des acides gras et de leurs glycérides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un ferment digestif qui se produit pendant la panification.* Note de M. **Scheurer-Kestner**, présentée par M. Wurtz.

« A la séance de l'Académie des Sciences du 25 août dernier, MM. Wurtz et Bouchut ont fait connaître la faculté digestive du suc du *Carica papaya*. Il est résulté des recherches de ces savants que le suc de cette plante renferme un ferment digestif, analogue à celui que sécrètent les plantes carnivores sur lesquelles MM. Darwin et Hooker ont appelé l'attention et dont MM. Will et Gorup-Besanez ont retiré une sorte de pepsine végétale.

» Des expériences déjà anciennes et inédites de mon père ont démontré qu'il se produit pendant la panification une fermentation particulière, dont l'action sur les substances animales telles que la viande se traduit par une digestion complète de la fibrine et des matières qui l'accompagnent, analogue à la digestion produite par la pepsine végétale.

» Commencées déjà pendant l'année 1872, les expériences de M. Scheurer père ont abouti, dès l'année suivante, à un résultat pratique, consistant dans la préparation d'un pain de munition (pain de soupe) renfermant 50 pour 100 de viande, se conservant indéfiniment sans altération, et qu'il suffit de détremper dans de l'eau bouillante pour obtenir une soupe nourrissante.

» Du pain-soupe préparé au moyen du procédé de M. Scheurer père a été envoyé au général Chanzy, commandant de corps d'armée à Tours. Nous extrayons de sa réponse, datée du 8 avril 1873, ce qui suit :

« Le pain-soupe est d'un usage très prompt, très pratique et très commode; mais la soupe ainsi obtenue, quoique très mangeable, n'est peut-être pas d'un goût assez appétissant. Il y aurait à craindre que le soldat s'en fatiguât promptement. Ce pain-soupe pourrait néanmoins rendre des services à un moment donné, et l'idée en est excellente. Resterait à savoir s'il se conserverait bien en magasin. Il y a, je crois, quelques améliorations à introduire dans le procédé de fabrication pour donner un peu plus de goût au pain. L'application de l'idée du pain-soupe mérite certainement d'être étudiée. »

» Le pain qui a été préparé en 1873 s'est parfaitement conservé jusqu'à ce jour, sans aucune trace de moisissure ni de vers, ce qui arrive toujours au bout d'un certain temps avec la viande non transformée.

» Les échantillons joints à cette Note proviennent d'un pain qui a été préparé, au mois de juin 1879, avec 250^{gr} de bœuf, 50^{gr} de lard fumé et 250^{gr} de farine. Pour préparer la soupe avec cette espèce de biscuit, on fait

bouillir pendant quinze à vingt minutes 80^{gr} de biscuit et 1^{lit} d'eau et, l'on ajoute du sel au moment de retirer du feu.

» Voici une Note qui a été rédigée par M. Scheurer père et qui indique le mode de préparation :

« Lorsqu'on soumet à la fermentation panaire de la viande, de quelque nature qu'elle soit, mélangée avec de la farine et du levain de boulanger, la viande se fond dans la masse du pain pendant la fermentation, et, lorsque l'opération a été bien conduite, il ne reste aucune trace de viande dans le pain; la viande s'est transformée en une matière incorruptible. Du pain préparé par ce procédé et séché ne présente, après l'avoir conservé pendant *sept ans*, aucune altération, si ce n'est un goût de rance provenant de la graisse que contenait la viande.

» Pour faire la pâte on procède de la manière suivante. On fait un mélange de 550^{gr} à 575^{gr} de farine, de 50^{gr} de levain de boulanger et de 300^{gr} de bœuf frais haché très menu. On ajoute à ce mélange la quantité d'eau nécessaire pour faire une pâte d'une épaisseur convenable. La pâte est exposée à une température modérée, où elle fermente pendant deux à trois heures. L'expérience indique le temps qu'il faut pour que la viande soit *fondue* et ait complètement disparu dans la pâte. Puis on cuit le pain comme de coutume.

» Après de nombreux essais j'ai reconnu que la fermentation, suivant des circonstances inconnues, fournit des produits plus ou moins acides, dont on combat facilement la formation en ajoutant à la pâte 1^{gr} de bicarbonate de soude; mais le pain obtenu de cette manière est moins agréable au goût que celui sans soude. Je fus alors conduit à faire cuire d'abord la viande hachée, pendant une heure, avec la quantité d'eau nécessaire pour faire la pâte. Dès ce moment, les fermentations ont fourni un résultat constant et toute acidité a disparu.

» Il ne faudrait pas dépasser la quantité de viande employée dans ces expériences (environ 2 parties de farine contre 1 partie de viande, soit 50 pour 100 de la farine employée); de nombreuses expériences ont démontré qu'en dépassant cette proportion la fermentation reste incomplète.

» Le pain obtenu, sans être séché, a un goût agréable; on peut lui donner plus de goût en y ajoutant du sel, mais alors le pain devient hygrométrique et risque de se conserver plus difficilement. Le pain, sans dessiccation, fournit un excellent potage, et il suffit, pour le préparer, de le faire bouillir par tranches pendant un quart d'heure.

» En remplaçant une partie du bœuf par du lard fumé, on donne aux produits un goût plus relevé. Le mouton peut remplacer le bœuf à la même dose, avec addition d'oignon haché qui se fond pendant la fermentation comme la viande; il en est de même du veau, qui fournit des consommés d'un goût exquis pour être donné aux malades et aux blessés.

» Le pain préparé avec une addition de lard fumé a été reconnu d'une supériorité très grande sur celui préparé avec du bœuf seulement. Le pain préparé sans lard est plus fade : celui qui a été expérimenté par le général Chanzy était préparé sans lard. »

M. **Cosson**, à l'occasion de la Communication de M. Scheurer-Kestner, croit devoir exposer à l'Académie qu'il a, pendant le siège de Paris, fait incorporer dans du pain ou du biscuit un dixième et même deux

dixièmes d'os ayant servi à la préparation de la colle forte, et par conséquent dépouillés de matières putrescibles, réduits à la meule en poudre fine blutée comme de la farine. Cette incorporation n'altérait en rien le goût du pain ou du biscuit; sans aucune autre addition que celle d'un peu de sel, on en obtenait très promptement, par décoction, une panade dont l'usage n'a jamais présenté d'inconvénients et même a offert de sérieux avantages pour prévenir ou combattre les accidents dyssentériques dont les blessés ou les malades étaient fréquemment atteints, surtout dans la dernière période du siège. La combinaison de la viande avec les produits féculents se produit également dans les biscuits Spratt, employés généralement pour la nourriture des chiens de chasse.

HISTOLOGIE. — *De la formation des ovules et de l'ovaire chez les Mammifères et les Vertébrés ovipares*. Note de M. **O. Cadiat**, présentée par M. Robin.

« Il est généralement admis, depuis les recherches de Valentin, de Pflüger et surtout de Waldeyer, que l'ovule se forme avant l'ovaire et qu'il apparaît chez le Poulet au quatrième jour d'incubation, au milieu des éléments dits *de l'épithélium germinatif*.

» D'après Waldeyer, cet épithélium formerait, dans l'épaisseur de l'éminence génitale, des involutions au milieu desquelles naîtraient des ovules. Ces involutions, ayant forme de tubes, se segmenteraient autour de chaque ovule de façon à délimiter une sorte de petit kyste rempli d'épithélium. L'ovule occuperait la partie centrale de cette masse épithéliale, et les cellules enveloppantes deviendraient l'épithélium du follicule. Ainsi se trouverait constituée la vésicule de de Graaf. D'après cela, tous les éléments de l'épithélium dit *germinatif* qui ne prendraient pas le caractère d'ovules serviraient à former l'épithélium de l'ovisac. Les recherches auxquelles je me suis livré sur ce sujet me permettent d'affirmer :

» 1° Que l'épithélium germinatif et l'ovaire lui-même ne renferment de véritables ovules qu'à une période avancée du développement, alors que les organes génitaux externes permettent déjà de différencier les sexes;

» 2° Que l'épithélium de la vésicule de de Graaf a une tout autre origine que la couche de revêtement de l'éminence génitale dite *épithélium germinatif*.

» Les ovules et les vésicules de de Graaf dérivent d'éléments que l'on

peut reconnaître, au milieu des cellules de l'épithélium germinatif, du quatrième au cinquième jour d'incubation chez le Poulet. Ces éléments, beaucoup plus nets plus tard, très visibles sur des embryons de Mouton de $0^m,07$ à $0^m,08$ de long, ont au début $0^{mm},01$ de diamètre.

» Ils possèdent de très bonne heure une paroi épaisse très facile à distinguer. Cette paroi joue, comme nous le verrons, un rôle important dans la physiologie de l'élément. Le corps cellulaire est très granuleux; il offre déjà des analogies d'aspect avec le vitellus de l'ovule. Cet élément n'a d'abord pas de noyau, mais un ou deux nucléoles volumineux. Nous lui donnons le nom d'*ovoblaste*. Celui d'*ovule primordial* ne convient pas, car ce n'est que beaucoup plus tard qu'apparaissent la membrane vitelline, la vésicule germinative, etc., et toutes les parties qui constituent l'ovule.

» Sur l'ovaire d'embryon de Mouton de $0^m,08$, les ovoblastes plus ou moins développés forment une couche continue, comme un épithélium de revêtement. On ne peut, en effet, distinguer de différences appréciables entre les cellules que nous venons de décrire et les plus petites qui les entourent. De cette couche superficielle partent des prolongements irréguliers s'enfonçant dans la trame de l'ovaire et remplis par les mêmes éléments. Ce sont ces prolongements tubuleux qui ont reçu le nom de *tubes de Pflüger*. Pour nous, tous les éléments que renferment ces tubes sont des *ovoblastes*. D'après Waldeyer, au contraire, les ovules primordiaux et les cellules destinées à l'épithélium folliculaire seraient mélangés dès le début. D'après Kölliker, des prolongements du mésovaire, formés d'épithélium, viendraient à la rencontre des involutions de l'épithélium germinatif, entoureraient chaque ovule primordial; puis un travail de séparation, se faisant sur les tubes de Pflüger, formerait autant de vésicules de de Graaf qu'il y a d'ovules. Nous pouvons affirmer que les vésicules de de Graaf se forment d'une façon toute différente : c'est l'ovoblaste lui-même qui donne naissance à tout l'ensemble de l'épithélium folliculaire, de la paroi du follicule et de l'ovule.

» Sur des embryons de Brebis, longs de $0^m,08$, $0^m,12$, $0^m,18$, $0^m,23$ et $0^m,25$, il est facile de suivre, comme nous l'avons fait, l'évolution de ces éléments.

» On voit d'abord (jusqu'à $0^m,12$) les ovoblastes augmenter de volume, acquérir des noyaux et des nucléoles, se segmenter sous leur paroi autour de ces noyaux. Plus tard, quand l'embryon de Mouton atteint $0^m,18$ et $0^m,20$, l'ovoblaste donne à sa surface des gemmes comme ceux du globule polaire, mais beaucoup moins nets. Dans ces expansions du corps cellu-

laire naissent des noyaux, et ainsi se forme une enveloppe de cellules épithéliales qui s'isolent peu à peu du corps cellulaire primitif.

» La paroi persiste, recouvrant le tout. Dès lors, à cette époque, on peut voir que presque tous les ovoblastes se transforment en vésicules de de Graaf par le processus indiqué plus haut. Ces vésicules restent groupées en amas jusqu'à l'âge adulte, comme l'étaient les ovoblastes des cordons de Pflüger.

» Au moment où se produit cette formation d'épithélium folliculaire, la cellule centrale acquiert un gros noyau un peu transparent et un nucléole correspondant le premier à la vésicule germinative et le second à la tache germinative. Son corps cellulaire se remplit de grosses granulations jaunâtres et réfringentes. Alors, à cette époque, on peut lui reconnaître les caractères véritables d'un ovule auquel il ne manque que la membrane vitelline. Celle-ci, d'après ce que nous venons de voir, n'a aucun rapport avec la paroi primitive de l'ovoblaste.

» Les premières cellules de l'épithélium folliculaire étant formées comme nous venons de le dire, elles se multiplient par segmentation de façon à constituer cette masse qui remplit la vésicule de de Graaf. On voit que cet épithélium, loin de former l'ovule, comme le pensait Waldeyer, en est un dérivé. Or, chez les Ovipares, il joue un rôle important dans la constitution du vitellus nutritif (1). »

PHYSIOLOGIE. — *Étude sur les modifications apportées par l'organisme animal aux diverses substances albuminoïdes injectées dans les vaisseaux* (3e série : *Injections intra-veineuses de ferments solubles*). Note de MM. **J. Béchamp** et **E. Baltus**.

« *Injections de diastase de l'orge germée.* — Nous publions les premiers résultats d'une série de recherches entreprises par nous, sur les modifica-

(1) Chez les Vertébrés ovipares, en effet, le développement des ovules se fait exactement comme chez les Mammifères, pendant la première période ; mais, au moment où l'ovule véritable est formé, et se trouve entouré sous la paroi de l'ovoblaste par l'épithélium folliculaire, ce dernier, au lieu de se multiplier comme chez les Mammifères, travaille à former le vitellus de nutrition. Il se réduit peu à peu à mesure que ce vitellus augmente et disparaît à une époque variable suivant les animaux. D'après cela l'enveloppe du jaune n'est pas la membrane vitelline : c'est la paroi de l'ovoblaste hypertrophié, de telle sorte que l'œuf des squales et le jaune de l'œuf d'oiseau sont les analogues d'une vésicule de de Graaf.

tions apportées, par l'organisme animal, aux divers ferments solubles injectés dans les vaisseaux. La zymase objet de la présente Communication est la diastase de l'orge germée, obtenue parfaitement pure et d'un pouvoir rotatoire sensiblement constant, identique à celui que M. A. Béchamp a déterminé dans des recherches encore inédites.

« Première expérience. — 17 *mai* 1878. Chien de berger. P = 9^{kg},500 à jeun.

» A 10^{h} du matin, injection par la veine fémorale, en neuf minutes, de 95^{cc} d'une solution contenant 3^{gr} de diastase dont le pouvoir rotatoire est de 103° ↘. Pendant l'injection, vomissements alimentaires. A partir de ce moment, abattement considérable; les vomissements glaireux se répètent à courtes distances, avec défécation; l'animal meurt dans la nuit. On mélange les urines rendues à 11^{h} du matin (37^{cc}) et à 4^{h}30^{m} (39^{cc}) avec celles qui ont été trouvées dans la vessie à l'autopsie (40^{cc}).

» Résultats négatifs à l'autopsie.

» *Analyse des urines.* — Urine très faiblement acide, louchit très légèrement par la chaleur et l'acide nitrique. La totalité est précipitée par l'alcool. Le précipité a tous les caractères de la diastase : solubilité dans l'eau après précipitation par l'alcool, non-coagulation par la chaleur; fluidification de l'empois en quelques secondes, et, trois minutes après cette action, on constate la présence du glucose. La matière en solution aqueuse a pour pouvoir rotatoire : $[\alpha] = 113°,5$ ↘. Cette solution, fortement colorée, est très difficilement observable. On a pu isoler de la totalité des urines environ 0^{gr},50 de diastase.

» Deuxième expérience. — 20 *novembre* 1878. Chien de chasse, très vigoureux. P = 20^{kg} à jeun.

» A 10^{h} du matin, injection par la veine fémorale, en quinze minutes, de 3^{gr} de diastase dissoute dans 95^{cc} d'eau à 35°. Pas d'incidents pendant l'injection.

» 11^{h}. Abattement. Vomissement d'os avalés la veille; efforts de vomissements continuels et violents.

» Midi. Une selle glaireuse. Salivation; cinq vomissements consécutifs, bilieux et spumeux.

» 1^{h}30^{m}. Vomissements et selle liquide. L'abattement se dissipe.

» 5^{h}. Le chien mange et boit avec appétit.

» 21 *novembre*. Urines de la nuit, 550^{cc}, alcalines; coloration bilieuse.

» 22 *novembre*. Le chien urine dans la matinée 700^{cc}. L'urine est franchement acide. On met l'animal en liberté; il a survécu à l'opération, mais avec une diarrhée, parfois sanguinolente, qui a persisté pendant plusieurs jours.

» *Analyse des urines.* — On précipite par l'alcool, on obtient une matière hygrométrique comme la diastase de l'orge germée, intégralement soluble dans l'eau, fluidifiant instantanément et saccharifiant rapidement l'empois. Son pouvoir rotatoire est $[\alpha]_j = 114°$ ↘. La solution était difficilement observable.

» Troisième expérience. — 27 *décembre* 1878. Chien épagneul. P = 20^{kg} à jeun.

» A 10^{h} du matin, injection par la veine fémorale, en vingt minutes, de 100^{cc} d'une solution contenant 7^{gr},50 de diastase. Rien de particulier pendant l'injection.

» Midi. Vomissements pénibles de glaires.

» 2^h. Abattement considérable; l'animal est couché sur le flanc.

» 6^h. Selles diarrhéiques abondantes. Refus de tout aliment. Émission de 400^{cc} d'urine neutre.

» $6^h 10^m$. Vomissements extrêmement abondants (plus de 1^{lit}) de matières glaireuses. Selles diarrhéiques très copieuses. Dans la nuit, nouveaux vomissements et mort.

» *Autopsie.* — Les poumons, le foie, les reins sont gorgés de sang; le gros intestin rempli de sang sur une longueur de $0^m,25$; nombreux foyers hémorrhagiques dans le mésentère et l'intestin grêle.

» *Analyse des urines.* — Urines légèrement alcalines, louchissant à peine par la chaleur et l'acide nitrique. La totalité est précipitée par l'alcool. La matière isolée est hygrométrique, intégralement soluble dans l'eau, fluidifiant instantanément l'empois et le saccharifiant. Le poids de la matière isolée est de $3^{gr},3$; son pouvoir rotatoire est $[\alpha]_j = 95°$ ↘.

» *Conclusions.* — 1° La diastase de l'orge germée, introduite dans le système circulatoire, se retrouve partiellement dans les urines.

» 2° La diastase de l'orge germée ne subit aucune modification de la part de l'organisme, tant au point de vue de son pouvoir rotatoire qu'à celui de ses caractères chimiques. Les différences constatées doivent être imputées aux difficultés d'observation des solutions.

» 3° L'introduction de cette substance dans le sang provoque des troubles fonctionnels considérables, qui, dans les proportions d'environ $0^{gr},35$ par kilogramme du poids total de l'animal, déterminent la mort. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De quelques exemples relatifs à l'antagonisme entre l'hérédité et le milieu.* Note de M. E. **Mer**, présentée par M. P. Duchartre.

« Lorsque les plantes amphibies passent de l'air dans l'eau ou réciproquement, les anciens organes dépérissent presque toujours et ceux qui leur succèdent en diffèrent par un ensemble de caractères en rapport avec le nouveau milieu où ils sont appelés à vivre. Toutefois il subsiste toujours des traces de l'organisation précédente, transmises par hérédité. L'épiderme, étant en contact avec le milieu, en subit le plus directement les influences et se prête le premier aux modifications qu'il réclame. Tandis que dans l'eau il est formé de cellules généralement allongées, régulières, alignées, à contour rectiligne, avec des parois et une cuticule minces, et manque de stomates, dans l'air ses cellules ont un contour plus ou moins irrégulier et sinueux, leurs parois et la cuticule s'épaississent, enfin elles

sont parsemées de stomates. Cependant certains de ces caractères, et surtout le dernier, résistent avec énergie aux influences extérieures; aussi sont-ils ceux qui établissent avec le plus d'évidence l'antagonisme entre l'hérédité et le milieu. Voici quelques exemples à ce sujet.

» On sait que les feuilles nageantes n'ont de stomates qu'à la face supérieure, et cela non seulement pour celles qui, dès leur apparition, sont en contact avec l'air, mais encore pour celles qui n'arrivent à la surface que lorsque leur développement est avancé ou même achevé. Ce cas se présente soit dans les premières feuilles des plantes à tige dressée (*Ranunculus aquatilis, Potamogeton natans*), soit dans celles qui, ayant leur rhizome enfoncé dans la vase, doivent traverser une épaisseur d'eau souvent considérable (*Nuphar pumilum*). Outre ses feuilles nageantes, cette dernière plante en possède encore d'autres qui restent toujours submergées et dont néanmoins les faces sont dissemblables; à l'inférieure, les cellules épidermiques sont plus grandes et moins sinueuses qu'à la face supérieure et possèdent, en outre, des poils réduits le plus souvent à leur cellule basilaire.

» On rencontre parfois quelques stomates à l'extrémité des feuilles laciniées vivant constamment sous l'eau (*Ranunculus aquatilis*). En outre, les cellules épidermiques y sont plus larges, moins régulières que dans les laciniures inférieures; leurs parois et la cuticule y sont plus épaisses, ce qui donne au sommet de ces feuilles un caractère plus aérien, que l'on retrouve encore, à des degrés variables, à l'extrémité des organes immergés de beaucoup d'autres plantes. C'est ainsi que, dans les frondes et pédoncules des pieds de *Subularia aquatica*, toujours submergés, les stomates augmentent de nombre à partir de la base, et qu'on en rencontre davantage encore sur les parois de l'ovaire, plus rapproché de la surface. On en trouve parfois aussi au bout des frondes du *Littorella lacustris*, sur des individus croissant près du rivage, mais non sur ceux qui sont situés assez loin du bord; néanmoins, dans ceux-ci, les cellules épidermiques sont plus irrégulièrement alignées et ont des contours moins rectilignes au sommet qu'à la base. Ces différences s'observent également dans les frondes d'*Isoetes lacustris*, principalement sur les pieds rapprochés de la rive. Sur les feuilles d'un rameau de Callitriche submergé, on voit qu'à la base de chacune d'elles les cellules épidermiques, allongées et dépourvues de stomates, ne sont pas encore sinueuses. Au milieu elles commencent à le devenir; puis ce caractère s'accentue de plus en plus jusqu'au sommet; stomates et poils deviennent en même temps plus abondants. Enfin ces caractères sont

plus marqués sur les feuilles qui sont situées à l'extrémité du rameau que sur celles qui en occupent la partie inférieure. Des différences analogues s'observent sur les feuilles de ces plantes lorsqu'elles se développent et vivent à l'air. Leurs formes diffèrent alors plus ou moins des formes aquatiques; entre les types extrêmes il existe souvent bien des passages, mais toujours le caractère aérien est plus accentué au sommet qu'à la base de l'organe. Offrant un facies plus aérien que ne le comporterait le séjour dans l'eau, plus aquatique que ne le comporterait le séjour dans l'air, ces végétaux, par suite de leur aptitude à vivre dans ces deux milieux, ont une organisation qui oscille autour d'un type moyen.

» Chez certaines plantes, les feuilles ont l'extrémité seule émergée (*Carex ampullacea, Typha,* etc.); la structure de ces deux régions est différente, quoique le passage s'opère graduellement. Les stomates, qui manquent dans la partie inférieure, commencent à apparaître assez loin de la surface de l'eau et deviennent ensuite plus nombreux dans la partie émergée. Des différences correspondantes s'observent dans l'épiderme. Les longues feuilles rubaniformes du *Sparganium natans* possèdent des stomates non seulement dans le haut de la partie submergée et dans toute la longueur de la partie nageante (face supérieure), mais encore à l'extrémité de cette dernière région (face inférieure).

» Les plantes aquatiques qui couvrent les bords des étangs à niveau largement variable sont tour à tour immergées et émergées; mais, dans les lacs d'une certaine étendue et dont le niveau reste à peu près constant, elles demeurent toujours sous l'eau. C'est ce qui arrive dans le lac de Longemer pour le *Ranunculus Flammula;* or, là, les feuilles de cette plante portent de nombreux stomates. Comme, non loin du bord, des sujets de cette espèce vivent à découvert et fructifient, on peut supposer que leurs graines se disséminent dans l'eau et donnent naissance à des individus qui gardent certains caractères aériens malgré le milieu. Dans ce même lac se trouvent deux stations, éloignées l'une de l'autre, où croît le *Subularia aquatica;* dans l'une la plante est toujours immergée, et cependant les frondes possèdent des stomates bien conformés, quoique plus rares que dans l'autre. Le caractère aérien est tellement imprimé dans ces organes, qu'un séjour, même prolongé, sous l'eau n'a pu encore le faire disparaître. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un silicate de sesquioxyde de fer et de potasse correspondant à l'amphigène.* Note de M. P. HAUTEFEUILLE, présentée par M. Daubrée.

« Les premiers travaux de Mitscherlich établirent l'isomorphisme de l'alumine et du sesquioxyde de fer. Les combinaisons naturelles dans lesquelles l'alumine et le sesquioxyde de fer se remplacent partiellement ou en totalité ne se comptent plus. Mais quelques silicates alumineux contiennent de si faibles quantités de sesquioxyde de fer qu'on n'a aucune preuve de l'isomorphisme de ces bases dans ces composés, d'ailleurs peu nombreux, et parmi lesquels les plus importants sont l'amphigène et les feldspaths. Ces exceptions tiennent-elles à la nature des combinaisons ou bien aux conditions particulières de la cristallisation de ces minéraux? Telle est la question qu'on pourra se poser toutes les fois qu'on aura à sa disposition une méthode nouvelle pour faire cristalliser ces silicates.

» J'ai vainement tenté de remplacer, dans la préparation des feldspaths, l'alumine par le sesquioxyde de fer; mais j'ai pu obtenir un silicate de sesquioxyde de fer et de potasse qui rappelle l'amphigène par l'ensemble de ses propriétés et par les rapports des quantités d'oxygène contenues dans l'acide et les deux bases.

» C'est en traitant par le vanadate de potasse les éléments de ce silicate, à la température de la fusion de l'argent, qu'il se forme et cristallise. La silice et le sesquioxyde de fer amorphes disparaissent en moins d'une heure et sont remplacés dans le vanadate fondu par un sable cristallin formé de très petits pseudo-icositétraèdres. Un séjour prolongé dans ce sel de potasse permet d'obtenir des druses dans lesquelles on trouve du fer oligiste, des silicates variés et, au premier rang par le nombre et par l'éclat, des cristaux transparents d'un vert jaunâtre, dont les formes rappellent celles de l'amphigène. Ces cristaux grossissent plus rapidement et s'obtiennent exempts de tout mélange en ajoutant au bain fondu de vanadate de potasse, dès que les éléments amorphes ont disparu, environ $\frac{1}{100}$ de son poids de fluosilicate de potasse.

» L'analyse des petits cristaux permet de fixer la composition de ce silicate; elle a pu être faite par l'acide sulfurique, qui les attaque complètement :

		Oxygène.	Rapports.
Silice..............	49,66	26,49	8
Sesquioxyde de fer ...	32,13	9,64	2,9
Potasse	17,53	2,98	0,9
Perte..............	0,68		
	100,00		

» Ces rapports conduisent à la formule $4SiO^2, Fe^2O^3, KO$; le sesquioxyde de fer peut donc remplacer la totalité de l'alumine dans le silicate $4SiO^2, Al^2O^3, KO$, qui exprime la composition de l'amphigène.

» Ces deux composés sont isomorphes; les cristaux du nouveau silicate présentent même toutes les particularités observées sur les cristaux d'amphigène des volcans.

» Ce sont des polyèdres à vingt-quatre faces que la mesure des angles dièdres ne permet pas de distinguer facilement de l'icositétraèdre a^2. Cependant ces cristaux, pas plus que ceux d'amphigène, n'appartiennent au système cubique : ce sont des pseudo-icositétraèdres formés d'un octaèdre a^2 et d'un dioctaèdre a_2, dérivés d'un prisme quadratique.

» La forme primitive du nouveau silicate est encore plus voisine du cube que celle de l'amphigène ; c'est ce qui résulte des mesures suivantes :

	Amphigène de Frascati, d'après vom Rath.	Amphigène de sexquioxyde de fer.		Icositétraèdre a^2.
		Angles observés.	Angles calculés.	
a^2a^2 adjacent	130°. 3'	130°.53'	130°.58'	131°.49'
a^2a_2 adjacent	146.27	147. 8	146.54	146.27
a_2a_2 arête basique	133.58	*132.50	»	131.49
a_2a_2 arête culminante sur h'	146.10	146.38	146.18	146.27
a_2a_2 arête culminante sur m	131.24	»	131.38	131.49
	$b : h :: 1000 : 1052,716$	$b : h :: 1000 : 1024,4$		

» Ces cristaux sont très fortement biréfringents; ceux d'amphigène le sont fort peu : c'est la différence la plus importante qu'on puisse citer entre ces deux espèces. Leur structure est très analogue à celle de l'amphigène, car tous les cristaux sont maclés parallèlement à b^1 et les macles se répètent quelquefois par séries parallèles. Les plaques minces constamment éteintes dans la lumière polarisée parallèle sont très rares dans les préparations, mais on observe des plages restreintes de forme rectangulaire qui sont perpendiculaires à un axe optique. Ces plages rectangulaires quand elles sont allongées forment des bandes interrompues par d'autres qui leur sont perpendiculaires : elles donnent alors aux plaques minces examinées dans la lumière polarisée l'aspect d'une fine marqueterie formée de bandes obscures sur un fond très vivement coloré, pourvu que les sections principales des nicols croisés ne soient pas à 45° des plans de macle. Ces phénomènes prouvent que ces cristaux sont des assemblages : les conditions cristallographiques particulières qui déterminent le mode de groupement de l'am-

phigène existent donc dans les cristaux de l'espèce isomorphe exempte d'alumine.

» Le sesquioxyde de fer ne se combine pas aussi facilement à la silice et à la potasse que l'alumine. Il faut pour obtenir ce silicate, non encore signalé dans la nature, exclure complètement l'alumine du bain fondu de vanadate de potasse. La température nécessaire pour la formation de ce silicate est un peu plus élevée que celle nécessaire à la préparation des feldspaths, probablement parce que le sesquioxyde de fer n'est attaqué par le vanadate alcalin qu'à plus haute température que l'alumine. Il est en effet possible de préparer de l'orthose en chauffant modérément un mélange d'alumine et de sesquioxyde de fer avec de la silice et du vanadate de potasse, sans former un seul cristal d'amphigène de sesquioxyde de fer.

» Le vanadate de potasse, employé comme agent minéralisateur, peut fournir cette nouvelle espèce chimique associée à l'orthose, à l'amphigène et à des silicates variés, parmi lesquels je me propose de chercher la szaboïte ($3SiO^2$, Fe^2O^3), découverte récemment par M. Koch. »

M. E. Delaurier adresse une « Étude sur les concentrateurs solaires ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts. D.

ERRATA.

(Séance du 16 février 1880.)

Page 326, lignes 4 et 5 en remontant, supprimer les mots : « une Lettre inédite de Pascal à M. Huguens, à la Haye ; 9° ».

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 1er MARS 1880,

PRÉSIDÉE PAR M. DAUBRÉE.

M. **Daubrée**, Président de l'Académie pour l'année 1879, prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» Permettez que mes premières paroles soient consacrées au souvenir des trois confrères que nous avons eu la douleur de perdre cette année : M. Paul Gervais, dont les recherches avaient embrassé avec un même succès l'étude des animaux vivants et celle des animaux fossiles; M. de Tessan, que, pendant bien des années, le corps savant des ingénieurs hydrographes a considéré comme son guide; et, plus récemment, M. le général Morin, auquel la Mécanique, les Arts industriels et l'Artillerie doivent des travaux d'un mérite unanimement reconnu. Quand nous voyions naguère le général Morin prendre part à nos délibérations avec tant de jeunesse d'esprit, nous avions l'espoir légitime de le conserver longtemps encore parmi nous. Contemporain de Poncelet et de Piobert, il était le dernier de ces trois généraux, dont les noms resteront unis dans notre mémoire, comme ils le sont dans la Science, et qui ont représenté, avec éclat, les armes savantes, au sein de notre Compagnie.

» L'Académie des Sciences a toujours considéré comme l'une de ses plus importantes fonctions, et comme un devoir qui lui est bien doux, d'exciter

et d'encourager les recherches par les Concours qu'elle ouvre chaque année.

» Et comment ne serait-elle pas fière des résultats obtenus? Les Euler, les Bernoulli, les Lagrange, se sont les premiers disputé ses prix, dans des luttes mémorables, et les ont mérités tour à tour, par des travaux qui portaient la lumière sur les plus grands problèmes de la Mécanique céleste. L'Académie, en provoquant leurs efforts, a exercé sur le mouvement des esprits une impulsion féconde, qui ne doit pas cesser.

» Aujourd'hui, les récompenses, devenues plus nombreuses, grâce aux ressources chaque jour croissantes, dont nous sommes redevables à de généreux donateurs, s'adressent aussi aux Sciences physiques ou naturelles et honorent des mérites plus divers.

» Cette année, nous n'avons pas à décerner moins de vingt-cinq prix. Pendant les courts instants qui me sont mesurés, je ne saurais donner une idée, même approximative, de chacune des découvertes couronnées, en Mathématiques, en Mécanique, en Astronomie, en Physique, en Chimie pure ou appliquée, en Botanique, en Zoologie, en Paléontologie, en Physiologie, en Médecine, en Chirurgie, en Statistique. Une énumération aride fatiguerait votre attention; mais ce n'est pas sans regret que je renonce à rendre hommage à chacun des lauréats dont vous allez entendre les noms.

» Quelques exemples suffiront pour vous donner une idée de l'importance de nos Concours et du mérite de nos couronnes.

» Au commencement du siècle, un astronome italien, Piazzi, observait entre Mars et Jupiter une planète très petite, dont la découverte fit sensation. A l'heure actuelle, dans cette région du ciel, on n'en compte pas moins de deux cent cinq. Elles semblent y représenter les débris d'une planète plus importante, dont la place est restée libre et dont l'existence se rattache aux lois générales qui président à la constitution de notre système solaire. Ce groupe si remarquable des planètes télescopiques acquiert d'autant plus d'intérêt que le nombre s'en accroît davantage. L'Académie ne saurait donc trop encourager les observateurs laborieux et patients qui consacrent leurs veilles à enrichir cette province du domaine de l'Astronomie et qui rendent possibles, pour leurs successeurs, des travaux théoriques, dont nous commençons déjà à entrevoir la haute importance. Aussi a-t-elle donné le prix Lalande à M. Peters, de Clinton (États-Unis), qui, à lui seul, a découvert quarante-trois de ces petites planètes, pendant ces dernières années.

» Il en est de la Chimie comme de l'Astronomie. Elle voit se multiplier

les corps élémentaires, c'est-à-dire ceux qu'on ne parvient pas à décomposer. Assez fréquemment, de nouveaux métaux sont signalés, parmi lesquels il en est un qui mérite une mention spéciale : le gallium. La marche originale et logique suivie dans la découverte du gallium, non moins que les propriétés extraordinaires de ce métal, que sa fusibilité rapproche du mercure, assignent une place à part à M. Lecoq de Boisbaudran. Le gallium, en effet, n'a pas été obtenu, ainsi qu'il est arrivé d'ordinaire, par la rencontre fortuite d'un minéral, dans lequel le corps nouveau était combiné, ni par une indication spectroscopique attestant la présence d'un élément inconnu. C'est guidé par des vues théoriques qui lui sont propres que l'auteur a soupçonné et prévu, dans certains minerais de zinc, l'existence d'un métal nouveau, métal que, malgré son extrême rareté dans la masse qui le contient, il a su isoler et, bientôt après, caractériser nettement.

» De son côté, M. Le Roux, à qui l'on est redevable de travaux très distingués sur différentes parties de la Physique, a étudié, par des procédés qui lui appartiennent, le pouvoir réfringent des vapeurs des corps qui ne prennent l'état gazeux qu'à de très hautes températures.

» Tous les travaux de M. le Dr Davaine sont empreints d'un esprit scientifique des plus élevés. Ceux mêmes dont les résultats conduisent directement à des applications médicales, comme ses belles recherches, de date déjà ancienne, sur les maladies charbonneuses, partent d'expériences physiologiques, conduites avec une méthode, qui rappelle celle de Claude Bernard, son maître.

» Dans trois voies différentes, ces lauréats des prix Lacaze ont largement payé leur tribut aux sciences qu'ils cultivent.

» Après avoir appelé l'attention du monde savant en lui signalant, il y a une quinzaine d'années, un corps simple nouveau, le thallium, M. Crookes a récemment accru sa célébrité par des séries d'expériences, ingénieuses et brillantes, sur des phénomènes produits par l'électricité dans l'air le plus raréfié. L'auteur, venu tout exprès d'Angleterre, a bien voulu les mettre sous les yeux des savants français, dont l'Académie se fait l'interprète en lui décernant un de ses prix.

» De remarquables amas de chaux phosphatée ont été accumulés, par d'anciennes sources thermales, au sud de la France, dans des crevasses du plateau jurassique du Quercy. Découverts, il y a peu d'années, et activement exploités, à cause de leur haute valeur agricole, ils ont fourni un nombre immense de fossiles. M. Henri Filhol, en les soumettant à une étude attentive et savante, nous a signalé toute une faune nouvelle de Vertébrés,

qui habitaient cette partie de notre sol, à peu près à l'époque où la pierre à plâtre empâtait, aux environs de Paris, les ossements, dont l'observation suffisait au génie de Cuvier pour restituer un monde entièrement disparu.

» La structure des Alpes suisses a longtemps paru échapper aux lois acceptées dans la Science. La difficulté de reconnaître exactement l'âge relatif des masses qui constituent ces majestueuses montagnes est très grande et résulte de causes diverses. D'une part, les sédiments calcaires, argileux ou arénacés des anciennes mers, qui se sont accumulés sur de grandes épaisseurs et qui forment une partie de la chaîne, sont très souvent dépourvus des fossiles qui pourraient en déterminer l'âge. D'autre part, les caractères minéralogiques de ces couches sont ambigus, comme si, depuis l'époque où elles ont été déposées dans le sein de l'Océan, des influences nouvelles les avaient transformées. Enfin, des actions mécaniques très puissantes ont coupé, plié et contourné ces assises, cependant rigides et épaisses de plusieurs kilomètres; ces actions ont brouillé ou même renversé l'ordre naturel de superposition. En présence des grands escarpements naturels, où les roches dégarnies de terre végétale se montrent à vif, l'œil le moins exercé est frappé de la grandeur de ces effets, qui, au premier abord, donnent l'idée d'un inextricable désordre. Telles sont ces régions qu'on ne peut explorer qu'au prix d'ascensions nombreuses et pénibles.

Parmi les géologues qui, depuis les mémorables travaux de de Saussure, ont contribué à rendre classiques les Alpes suisses, M. Studer occupe le premier rang : il les a explorées pas à pas. Alexandre Brongniart avait déjà introduit dans la Science une notion nouvelle alors, en montrant, par la correspondance de leurs fossiles, que les cimes déchiquetées des Diablerets, malgré l'élévation qu'elles atteignent et une grande différence de caractères pétrologiques, sont formées de sédiments contemporains du calcaire parisien. Peu d'années après, M. Studer parvenait à distinguer, au milieu de massifs d'aspect assez uniforme, les divers groupes des classifications, auxquelles on était arrivé dans des régions où les lois de superposition sont moins effacées. Les structures les plus complexes se trouvent ainsi expliquées.

» Parmi les autres faits constatés par M. Studer en grand nombre, je me bornerai à en choisir un seul. Tandis que, dans leur situation normale et habituelle, les roches granitiques forment le soubassement des terrains de sédiment, ces mêmes roches, dans les Alpes bernoises, ont été repoussées au-dessus d'eux. L'imposant massif de la Jungfrau, si admiré des touristes, montre des couches calcaires, appartenant à l'époque jurassique, repliées et

serrées, en forme de coin, au milieu des masses cristallines, et portées jusqu'à la hauteur des glaciers.

» C'est là un des exemples qui témoignent de la grandeur des forces, quelquefois mises en jeu dans l'écorce terrestre, par des tensions dues peut-être au refroidissement des masses internes du globe et à la contraction qui en résulte naturellement.

» Près des montagnes bernoises, d'autres phénomènes non moins grandioses se montrent intimement liés à ces refoulements; tel est le cas pour le plongement imprévu des assises tertiaires vers l'axe même de la chaîne, le long de laquelle on s'attendrait, au contraire, à les voir redressées. Le Righi, cet observatoire si heureusement placé pour contempler l'ensemble des Alpes bernoises, avec les teintes à la fois vives et harmonieuses que leur communiquent le lever et le coucher du Soleil, en offre un exemple. Ce n'est pas un fait accidentel; c'est un trait essentiel des régions marginales de la chaîne et comme une sorte de contre-coup, dû aux actions qui ont fait surgir les montagnes elles-mêmes.

» La grande part que M. Studer a prise à ces remarquables découvertes justifie le choix dont il a été l'objet pour le prix Cuvier.

» La laborieuse phalange des géologues suisses, dont il est aujourd'hui, après plus d'un demi-siècle de travaux continus, le doyen et le chef, a étudié, dans leurs détails aussi bien que dans leur ensemble, ces éloquents vestiges d'antiques mouvements de l'écorce terrestre. Il devient dès lors possible de suivre les directions des forces motrices et de reconnaître sûrement que d'énormes pressions s'exerçaient horizontalement, en même temps que des efforts verticaux soulevaient ces lourdes masses au-dessus de leur niveau primitif.

» Comme il arrive dans tous les phénomènes naturels, dès qu'on parvient à en pénétrer le sens, on voit apparaître la simplicité et l'unité, là où tout semblait d'abord complexe et varié. Dans cette sorte de chaos, les lois fondamentales de la Mécanique ont agi aussi régulièrement que dans les mouvements célestes. Ainsi l'avait pressenti le génie de Descartes.

» Loin de diminuer le charme fascinateur que ces hautes cimes exercent sur l'imagination, une étude approfondie ne fait, au contraire, que l'accroître. Personne, fût-il un de ces ardents ascensionnistes qui gravissent des hauteurs jusqu'alors inaccessibles, n'en ressent plus profondément que le géologue la poétique beauté. Car ce dernier, interrogeant la nature, s'appuie sur des données plus positives que celles dont dispose l'historien, interprète des monuments sortis des mains de l'homme. Rétablissant dans

leur ordre primitif, aujourd'hui confondu, les masses déplacées ou morcelées, il se donne le spectacle des principales évolutions, dont les témoignages saisissants se manifestent à ses yeux.

» En dehors des travaux que l'Académie des Sciences a couronnés, ceux qu'elle reçoit, presque chaque jour, deviennent de plus en plus nombreux; autour d'elle se déploie une véritable armée de travailleurs, dont l'activité incessante enrichit ses publications hebdomadaires. Ce mouvement s'étend à nos Facultés et à toutes nos Écoles scientifiques, où jamais l'on n'a vu une jeunesse animée de tant de zèle et de persévérance; les laboratoires où les élèves se pressent autour des maîtres garantissent la durée de ces fortes traditions. Les malheurs de la France, loin d'y affaiblir l'ardeur scientifique, l'ont stimulée, comme si chacun, dans la sphère de son activité, voulait offrir son tribut de dévouement à notre cher pays.

» Mais je ne saurais borner là mon discours. La sollicitude de l'Académie est loin, en effet, de se restreindre aux recherches qui ressortissent directement à nos Concours. Aussi m'est-il impossible de garder le silence sur un événement géographique qui intéresse à la fois les branches les plus diverses de nos connaissances.

» Les contrées polaires ont le privilège d'exercer une puissante attraction sur des natures d'élite, ardentes à soulever une partie du voile qui les couvre encore. Ces solitudes glacées et leurs formidables banquises ne recèlent guère moins d'obstacles et de périls que les climats torrides et fiévreux de l'Afrique centrale, avec ses peuplades méfiantes et féroces.

» Parmi les noms des plus éminents explorateurs des régions boréales, l'Histoire inscrira, dans une place d'honneur, le nom du professeur Nordenskiöld, que l'Académie se glorifie de compter parmi ses Correspondants.

» Après cinq voyages au Spitzberg et un au Groenland, tous féconds en résultats imprévus, il faisait, en 1874, à la surprise générale, la traversée de la Norvège à la Sibérie, où il débarquait à l'embouchure du Iénessei. Ce voyage, vainement tenté depuis trois siècles, fut exécuté en moins d'un mois, et le retour plus rapidement encore, quoique la Nouvelle-Zemble ait été, au passage, l'objet de quelques études.

» Ce premier succès, renouvelé l'année suivante, fit concevoir à M. Nordenskiöld le projet d'entreprendre une autre expédition, dans laquelle il traverserait tout l'océan Glacial de Sibérie jusqu'au détroit de Behring. L'étude judicieuse d'anciennes explorations faites, en diverses parties du littoral à parcourir, dirigea sûrement cette entreprise sans précédents et

donna à leur auteur un espoir de réussite, qui s'est réalisé de la manière la plus heureuse.

» Parti de Tromsoë le 21 juillet 1878, le vapeur *Véga* touchait presque au but de son expédition, le 27 septembre de la même année, et quelques heures de navigation, qu'il aurait été facile de gagner, sur divers points du parcours, si on ne les eût consacrées à des recherches scientifiques, auraient suffi pour atteindre le détroit, lorsque les glaces lui fermèrent le passage. Malgré le soin et l'expérience qui avaient présidé à sa construction, le navire aurait couru grand risque d'être écrasé par leur énorme pression, sans l'abri improvisé qu'il trouva derrière un simple glaçon. Ce fut seulement le 18 juillet 1879, après neuf mois d'une immobilité forcée, qu'une débâcle subite rendit la liberté au *Véga*, qui, deux jours après, doublait la pointe orientale de l'Asie.

« Enfin il était atteint, dit M. Nordenskiöld, ce but poursuivi par tant de nations, depuis que sir Hugh Willoughby quitta le port de Greenwich, le 20 mai 1553, au bruit du canon et des hourrahs des matelots en grande tenue. Après trois cent vingt-six ans, et lorsque la plupart des hommes compétents avaient déclaré l'entreprise impossible, le passage du Nord-Est était enfin réalisé, sans qu'on eût à déplorer la perte d'un seul homme, sans préjudice à la santé d'aucun de ceux qui participèrent à l'expédition, sans le moindre dommage au navire. »

» Si le voyage que le *Véga* vient d'accomplir ne peut être répété chaque année, il pourra se renouveler souvent. Dès à présent, on peut dire que deux voies nouvelles sont ouvertes et que des communications maritimes sont assurées désormais entre les grands fleuves sibériens et le reste du monde : l'une de l'Obi et du Ienessei avec l'Occident et l'Atlantique, l'autre de la Lena avec l'Orient et le Pacifique. La Sibérie fournirait en abondance, outre ses richesses minérales et les produits possibles de ses pêches et de ses bestiaux, le bois de ses immenses forêts et les grains de ses vastes plaines, dont le sol est d'une étonnante fertilité.

» Dès son débarquement au Japon, M. Nordenskiöld a été accueilli par des ovations chaleureuses et des témoignages d'admiration, comme il devait en recevoir tout le long de sa route, et comme il en recevra bientôt parmi nous.

» Outre leur grande valeur géographique, les expéditions de M. Nordenskiöld nous ont ouvert, sur diverses parties des sciences, des horizons nouveaux.

» Pendant son séjour d'hiver au nord du Spitzberg, au 79e degré, il faisait recueillir chaque jour, au fond de la mer dont on devait pour cela

briser la glace, de nombreux échantillons de végétaux et d'animaux, qui s'y développent avec vigueur, contrairement à ce que les physiologistes pouvaient supposer, sous un tel climat, en l'absence de l'excitation des rayons solaires. Des recherches analogues ont révélé dans l'Océan sibérien une abondance aussi surprenante de la vie. M. Nordenskiöld nous apprend qu'à une profondeur comprise entre 30^m et 100^m cet océan renferme une faune aussi riche en individus que les mers tropicales, quoique la température du fond soit constamment au-dessous de 0°. D'ailleurs, un littoral s'étendant sur plus de 90° de longitude, et une vaste mer où les naturalistes n'avaient jamais étudié les formes variées des êtres organisés, c'était un domaine qui devait fournir les notions les plus intéressantes pour la répartition géographique des animaux et des végétaux sous-marins.

» Les débris de mammouths accumulés en quelques parties du littoral de la Sibérie faisaient espérer des trouvailles du même genre, pendant ce long parcours : à cet égard, il y eut déception. En revanche, sur le rivage de la péninsule Tchoukte, on découvrit des ossements de baleines, enfouis depuis de longs siècles, en grande quantité, dans des couches de sable. Quelques-uns de ces os étaient encore recouverts de peau et d'une chair rouge presque fraîche. C'est un nouvel exemple à rapprocher de ceux que l'on connaît depuis le voyage de Pallas : il fait voir combien les matières animales gelées peuvent se conserver longtemps sans se putréfier.

» Grâce à de nombreux relevés, exécutés dans ses séjours au Spitzberg, M. Nordenskiöld, aussi distingué comme géologue que comme minéralogiste, put déterminer l'âge relatif des terrains stratifiés, à ces extrémités boréales de l'Europe.

» Les empreintes de plantes qu'il a extraites des couches du sol arctique nous ont révélé, à la suite des déterminations de M. Oswald Heer, l'existence d'une forte végétation qui, pendant les époques houillère, jurassique, crétacée et tertiaire, couvrait ces parages aujourd'hui glacés. Quel contraste de l'état actuel de ces régions stériles avec les fougères arborescentes, les lycopodiacées en arbres, les sigillaires et les calamites, qui les couvraient autrefois et dont les belles formes et la haute stature rappellent notre plus riche végétation tropicale! Cette vie luxuriante des végétaux de l'époque houillère se montrait donc aussi bien à ces hautes latitudes que dans les régions, bien plus méridionales, occupées aujourd'hui par les nombreux bassins houillers de l'Europe moyenne et de l'Amérique du Nord.

» Sans correspondre à un climat aussi chaud que celui qui a présidé

à la végétation carbonifère, les forêts qui, au milieu de l'époque tertiaire, ombrageaient le Spitzberg, avec leurs chênes, leurs platanes et leurs sequoias, ressemblaient à celles que nous trouvons aujourd'hui à 25° ou 30° plus au sud, par exemple en Californie. Or on sait que peu après, à l'époque quaternaire, les glaciers, par une sorte de réciprocité, ont laissé, sur une grande partie de l'Europe, des preuves irrécusables de leur séjour prolongé.

» C'est dans les régions boréales qu'on peut espérer trouver la clef de bien des problèmes météorologiques encore à résoudre. Dans ces voyages, et particulièrement pendant les deux hivernages, des observations météorologiques précieuses ont été recueillies. N'en rappelons qu'un seul résultat. Durant plusieurs mois d'hiver, des vents tempêtueux n'ont cessé de souffler à l'entrée du détroit de Behring. Or, à la surface du sol régna alors, presque constamment, un courant du nord, à peu près suivant la direction du détroit, tandis que la marche des nuages accusait, à une faible hauteur, un courant atmosphérique, non moins constant, mais venant du sud.

« Si donc l'on considère, dit M. Nordenskiöld, que le détroit forme comme une porte entourée de montagnes passablement élevées, placée entre les couches d'air chaud de l'océan Pacifique et celles d'air froid de l'océan Polaire, on voit que les vents y établissent leur régime, suivant la même loi qu'on observe dans les courants d'air qui se produisent, à travers une porte ouverte, entre une chambre chaude et une pièce froide. »

» Il va sans dire que les phénomènes du magnétisme terrestre n'ont pas été négligés plus que tant d'autres. L'espace disponible à bord du *Véga* n'ayant pas permis d'emporter en Sibérie un observatoire en bois, il fallut en construire un avec la glace et la neige : il n'en répondit pas moins bien à sa destination. Toutefois, pour donner à cet observatoire la stabilité nécessaire à des opérations exactes, on dut l'établir, non sur une banquise, mais sur le rivage, à $1^{km},5$ du navire. Tel est le trajet qu'il fallait faire plusieurs fois par jour, pendant les tempêtes de l'hiver, par l'obscurité, par la tourmente et souvent par un froid de 45° au-dessous de zéro. Les observateurs séjournaient cinq heures de suite dans cette chambre de glace, où la température accusa longtemps 18° au-dessous de zéro. Le service fut confié à onze savants et officiers, répartis en quatre groupes, qui, pendant quatre mois, observèrent d'heure en heure les divers appareils. Grâce à l'ardeur héroïque que M. Nordenskiöld avait su inspirer à ses compagnons, nous possédons aujourd'hui, pour cette plage naguère inconnue, un ensemble de mesures plus complet que pour la plupart des localités des pays les plus civilisés.

» Quelque dur qu'ait été ce régime volontairement accepté, il a cer-

tainement contribué beaucoup à maintenir un état sanitaire, de nature à encourager des imitateurs, qu'il s'agisse d'expéditions polaires ou de stations dans les hautes régions de nos chaînes de montagnes.

» Il suffit d'avancer à une latitude, telle que le nord de la Scandinavie, pour jouir de la splendeur des aurores boréales, dont Bravais a fait une étude si justement estimée. Quoique la presqu'île Tchoukte paraisse une station plus favorable encore, on n'y a pas vu ces magnifiques bandes rayonnantes ou draperies, dont tout le monde connaît les brillantes images. Le phénomène se réduit à un faible arc lumineux, qui apparaît d'une manière continue et dont la position semble invariable. Notre globe est donc orné, à peu près continuellement, d'une couronne lumineuse, qui n'est pas destinée à être vue par ses habitants, mais qui serait plutôt de nature à éveiller un curieux intérêt chez des observateurs postés sur d'autres planètes de notre système solaire.

» On s'étonnera peut-être moins, tout en l'admirant davantage, de cette abondance de résultats variés, dont je n'ai pu indiquer qu'un bien petit nombre, quand on saura que M. Nordenskiöld, si plein de sollicitude pour son équipage, est emporté dans son ardeur pour la Science à une témérité extrême, qui maintes fois a mis sa vie en péril. Témoin le voyage qu'il fit au Spitzberg, sur le grand glacier du Nord-Ost-Land. Il en avait déjà exécuté un autre non moins périlleux, sur l'immense glacier intérieur du Groenland, non exploré jusqu'alors, si ce n'est, dit-on, vers l'an 1000, du temps d'Érik Rode. Aucun glacier connu n'approche, pour les dimensions, de cette nappe de glace continentale, qui, sauf des pointements rocheux surgissant çà et là, couvre plus de cent mille kilomètres carrés, avec une épaisseur surpassant un kilomètre et demi, là où des crevasses ont permis de la mesurer (¹). C'est comme une reproduction actuelle du puissant manteau de glace dont, à une époque géologique qu'il est permis d'appeler très récente, l'Europe et l'Amérique du Nord étaient en partie recouvertes, dans toute leur largeur et jusque dans leur partie moyenne (²). Les Esquimaux qui s'étaient engagés avec notre explorateur refusèrent de continuer une expédition, à leurs yeux trop effrayante, et le laissèrent, seul avec le Dr Berggren, poursuivre sa périlleuse entre-

---

(¹) Le premier lieutenant Jensen, de la marine danoise, a fait récemment, par ordre de son gouvernement, une nouvelle exploration de ce glacier hors ligne, et vient d'en exposer les remarquables résultats dans un Volume publié à Copenhague.

(²) Ce phénomène a exercé une influence de premier ordre sur la nature du sol de ces vastes régions et sur leur configuration actuelle.

prise, qui l'obligeait à traverser, de cent mètres en cent mètres environ, des crevasses très profondes, remplies de neige peu cohérente et n'ayant pas moins de trente mètres de largeur.

» L'expédition de 1870, au Groenland, a conduit à une découverte des plus considérables pour l'histoire du globe.

» Guidé par ce fait, connu depuis longtemps, que quelques couteaux, fabriqués avec du fer natif, avaient été vus entre les mains d'Esquimaux, M. Nordenskiöld, conduit par les indications de quelques naturels, découvrit, sur une plage déserte de l'île de Disko, des blocs de fer naturel, dont il rapporta des échantillons. Rien ne paraissait, au premier abord, plus probable que de considérer ces masses, dont la principale ne pèse pas moins de vingt mille kilogrammes, comme tombées du ciel. En effet, d'une part, elles ont la composition des météorites, et d'autre part, jusqu'alors, le fer, malgré son extrême abondance, sous forme de minerais variés, n'avait jamais été rencontré à l'état métallique, parmi les roches terrestres.

» Cependant, à côté de ces masses isolées, de petits grains de fer, également allié de nickel, étaient reconnus dans quelques-unes des éruptions qui, au Groenland, se sont produites sur une vaste étendue. Car, du 69e au 76e degré de latitude, le littoral présente partout, dans de hauts escarpements, le basalte en immenses nappes horizontales, qui se sont épanchées, à partir de filons verticaux, par lesquels elles jaillissaient, et qui disparaissent sous un gigantesque glacier. Nous savons maintenant que, contrairement à ce qu'une induction séduisante faisait admettre, toutes ces masses de fer, grosses et petites, loin d'être originaires des espaces célestes, ont été apportées de la profondeur du globe par les roches volcaniques.

» Déjà les nombreuses analogies qui unissent les roches cosmiques, dont les météorites nous apportent des éclats, avec certaines de nos roches éruptives, avaient amené à conclure que le fer métallique doit faire partie des masses intérieures de notre globe, mais à des profondeurs jusqu'alors inaccessibles à nos investigations. C'est précisément ce fer métallique terrestre, que les éruptions du Groenland ont fait surgir à nos regards, et, pour que la ressemblance soit plus grande, de même que le fer des pierres tombées du ciel, ce fer d'origine terrestre se montre associé au nickel.

» Rien, par conséquent, ne prouve mieux que notre planète offre des caractères de composition identiques avec ceux de certains astres qui en sont bien éloignés : confirmation d'une théorie cosmogonique que l'on pouvait croire pour toujours inaccessible à tout contrôle direct.

» De la sorte s'élargissent incessamment, dans le Temps comme dans

l'Espace, les horizons qu'embrasse la Science en scrutant l'univers physique. Car, tandis que l'Astronomie plonge de plus en plus profondément dans l'immensité des cieux, la Géologie remonte chaque jour davantage dans l'immensité des siècles écoulés.

» Je sens, Messieurs, que ce discours s'est bien allongé; nos lauréats surtout, impatients d'entendre proclamer leurs noms, auront quelque droit de se plaindre; et pourtant, nous devions, au moment où M. Nordenskiöld reparaît en Europe, le remercier d'avoir porté, avec autant de prévoyance que de hardiesse, le drapeau de la Science, dans des régions inconnues. L'Académie avait un hommage à rendre à son intrépide et illustre Correspondant; elle est heureuse de commencer dès aujourd'hui à lui payer ce juste tribut. »

PRIX DÉCERNÉS

ANNÉE 1879.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, amiral Jurien de la Gravière, amiral Mouchez, général Morin, amiral Pâris rapporteur.)

La Commission déclare que, pour l'année 1879, il n'y a pas lieu de décerner ce prix; elle propose, en conséquence, de proroger le Concours à l'année 1880.

Cette proposition est adoptée.

Voir aux Prix proposés, page 446.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Bertrand, Phillips, Rolland, Resal,
Chasles rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Moutard** pour l'ensemble de ses travaux mathématiques.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX MONTYON, MÉCANIQUE.

(Commissaires : MM. Phillips, Tresca, Rolland, Resal,
général Morin rapporteur.)

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix de Mécanique de la fondation Montyon pour l'année 1879.

PRIX DALMONT.

(Commissaires : MM. Lalanne, Resal, Phillips, de Saint-Venant,
de la Gournerie rapporteur.)

La Commission propose d'accorder le prix de cette année à M. **Collignon**, ingénieur en chef, inspecteur de l'École des Ponts et Chaussées, pour l'ensemble de ses travaux sur la Mécanique, la Construction et la Géométrie.

Cette proposition est adoptée par l'Académie.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Rolland, Phillips, Tresca, Resal,
Dupuy de Lôme rapporteur.)

Après avoir pris connaissance des Mémoires présentés en vue de concourir pour le prix Plumey, la Commission n'a pas trouvé dans ces Mémoires de proposition nettement formulée qui puisse être considérée comme un *perfectionnement des machines à vapeur* ou *une invention ayant contribué au progrès de la navigation à vapeur.*

En conséquence, votre Commission a jugé qu'il n'y avait pas lieu de décerner le prix Plumey pour l'année 1879.

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Phillips, Tresca, Rolland, Resal, général Morin rapporteur.)

L'Académie avait proposé pour sujet du prix Fourneyron la construction d'une machine motrice propre au service de la traction sur les tramways.

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix pour l'année 1879. Elle propose de proroger le Concours à l'année 1881.

Voir aux Prix proposés, page 447.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Tisserand, Lœwy, amiral Mouchez, Liouville, Faye rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Lalande à M. **C.-H.-F. Peters**, de Clinton (États-Unis), pour ses découvertes planétaires.

M. Peters a découvert cette année huit petites planètes, à savoir : Dynamen, Chryséis, Pompéia, Hersilia, Procnée, Philomèle, Biblis, Dido.

Le nombre des petites planètes découvertes par M. Peters s'élève au chiffre total de quarante-trois.

La proposition de la Commission est adoptée.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Lœwy, amiral Mouchez, Tisserand, Janssen, Faye, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix Valz à M. **Trouvelot**, qui a fait, aux États-Unis, des travaux descriptifs considérables sur les planètes Mars, Jupiter et Saturne.

Les magnifiques dessins de M. Trouvelot constituent une base excellente pour l'aréographie et pour l'étude des phénomènes, si remarquables que présente la surface de la planète Jupiter.

Cette proposition est adoptée.

PRIX DAMOISEAU.

REVOIR LA THÉORIE DES SATELLITES DE JUPITER.

(Commissaires : MM. Faye, Liouville, Tisserand, Janssen, Puiseux rapporteur.)

L'Académie sait que les circonstances des éclipses de Jupiter annoncées à l'avance dans les éphémérides se calculent à l'aide des Tables que Damoiseau a publiées il y a une quarantaine d'années.

Malgré le soin apporté par l'auteur dans la construction de ces Tables, on ne peut pas les regarder comme suffisamment exactes pour les besoins de l'Astronomie. La théorie de Laplace sur laquelle elles sont fondées renferme quelques erreurs de détail dont plusieurs ont été signalées par notre illustre Associé étranger M. Airy ; elle aurait besoin d'être revue avec toute l'attention nécessaire pour ne laisser échapper aucune inégalité sensible, et les valeurs numériques des constantes qu'elle renferme devraient sans doute être déterminées à nouveau en profitant des observations qui se sont accumulées depuis un demi-siècle. On arriverait ainsi, sans aucun doute, à atténuer considérablement les erreurs des Tables, erreurs qui, d'après les observations de notre confrère M. Tisserand, peuvent s'élever jusqu'à un quart d'heure dans les éclipses du quatrième satellite.

Ce travail est d'autant plus urgent, que les Tables de Damoiseau s'arrêtent à l'année 1880. Il est vrai qu'elles ont été prolongées pour quelques années par M. Todt ; mais l'astronome américain s'est borné à appliquer les formules qui ont servi de base aux calculs de Damoiseau. Les Tables qu'il a publiées sont donc affectées des mêmes erreurs que celles qui se rapportent aux années antérieures à 1880, et peut-être d'erreurs plus grandes encore, car on peut craindre que le désaccord entre la théorie et les observations n'aille en s'accentuant de plus en plus avec le temps.

L'Académie, frappée de ces considérations, a mis au concours, il y a déjà dix ans, la révision de la théorie des satellites de Jupiter et la construction de nouvelles Tables de leurs mouvements. Bien que le concours, plusieurs fois prorogé, n'ait pas encore produit de résultat, votre Commission a pensé qu'il y avait lieu de ne point retirer une question dont l'importance est unanimement reconnue et d'accorder un nouveau délai aux concurrents.

Le travail à entreprendre est sans doute considérable ; mais, d'un autre côté, le long temps qui s'est écoulé depuis que le prix Damoiseau n'a été

décerné permet de lui attribuer aujourd'hui une valeur qui contribuera peut-être à stimuler le zèle des astronomes.

En conséquence, la Commission propose à l'Académie de maintenir encore la question au concours, en donnant aux concurrents un délai de trois ans.

Le prix sera porté à la somme de *dix mille francs*.

Les Mémoires devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1882.

Ces conclusions sont adoptées.

Sur la proposition de la Commission, l'Académie accorde un encouragement de *mille francs* à M. **Souillart**, professeur à la Faculté des Sciences de Lille, qui s'est occupé d'une partie de la question et lui a envoyé un travail sur ce sujet.

Voir aux Prix proposés, page 450.

PHYSIQUE.

PRIX L. LACAZE.

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, Berthelot, Desains, Cornu, Sainte-Claire Deville, Marey, du Moncel, Ed. Becquerel rapporteur.)

La Commission propose de décerner cette année le prix de la fondation Lacaze, destiné spécialement à l'encouragement des travaux de Physique, à M. **Le Roux**, examinateur d'entrée à l'École Polytechnique, professeur de Physique à l'École de Pharmacie.

M. Le Roux est auteur de nombreux travaux se rapportant aux différentes branches de la Physique expérimentale. Les recherches qui ont principalement attiré l'attention de la Commission sont relatives à la réfraction des vapeurs des corps qui ne prennent l'état gazeux qu'à des températures très élevées. La haute température des vapeurs à produire, ainsi que la délicatesse des mesures optiques appliquées à de très faibles déviations, présentaient des difficultés très grandes qui ont été surmontées à force de persévérance et à l'aide de dispositions expérimentales des plus ingénieuses. L'auteur a pu faire voir, dans un premier travail, qu'il était

possible de réunir les conditions nécessaires pour donner, à cet égard, toute la précision désirable; l'Académie, sur le Rapport d'une Commission composée de MM. Babinet, Faye et Delaunay, a voté l'insertion de ce Mémoire dans le *Recueil des savants étrangers*.

M. Le Roux, continuant ses recherches, n'a cessé de perfectionner les moyens d'observation; comme il était nécessaire de maintenir les corps en vapeur ainsi que les prismes formés de diverses matières, au milieu de fourneaux à des températures très élevées, on ne doit pas être étonné, en raison de ces conditions spéciales, que l'auteur ait poursuivi ces travaux pendant plusieurs années, tout en s'occupant d'autres questions scientifiques.

Un des résultats les plus importants qu'il ait observé dans le cours de ces expériences, c'est la dispersion anomale de la vapeur d'iode : tandis que les vapeurs de mercure, de soufre, de phosphore, etc., donnent lieu, par réfraction, à des spectres dans lesquels la déviation des rayons rouges est moindre que celle des rayons bleus d'après les lois ordinaires de la dispersion dans les gaz incolores; dans le spectre de la vapeur d'iode, les couleurs se trouvent disposées dans un ordre inverse. Depuis cette époque, plusieurs physiciens ont observé que des prismes formés de matières colorantes très foncées, qui absorbent les parties centrales du spectre lumineux, donnent lieu à un effet du même genre, dérogent à la loi newtonienne et dévient davantage le rouge que le violet; cette conclusion résulte, d'après eux, de la mesure directe des indices de réfraction. Mais M. Le Roux n'en a pas moins le mérite d'avoir le premier découvert ce nouvel ordre de phénomènes.

M. Le Roux, dans ses recherches relatives aux actions moléculaires et aux phénomènes vibratoires, a institué, par des procédés chronoscopiques qu'il a imaginés et qui sont indépendants de la marche des horloges et de l'intervention de l'oreille, une méthode expérimentale nouvelle pour déterminer la vitesse d'un ébranlement communiqué à une masse gazeuse renfermée dans un tuyau cylindrique limité et à une température parfaitement déterminée. Il a pu conclure, par exemple, de nombreuses déterminations expérimentales faites à 0° et dans l'air parfaitement sec, que, dans le tuyau de 72^{m} de longueur où il a opéré, la vitesse du son était de $330^{m},66$ par seconde. Parmi les résultats obtenus depuis cette époque par Regnault dans ses recherches si importantes et si complètes sur la vitesse du son dans l'air et dans des conduits cylindriques de différents diamètres, ceux qui se rapportent aux conditions analogues se trouvent

les mêmes que les précédents. Cette méthode, fondée sur l'emploi d'appareils fort ingénieux dont toutes les parties n'ont été disposées qu'après une longue étude et une discussion approfondie, et qui est applicable à un gaz quelconque, a justement attiré l'attention des physiciens et fait le plus grand honneur à son auteur.

Rappelons en outre que l'on doit à M. Le Roux d'importantes recherches expérimentales sur les machines magnéto-électriques, sur l'arc voltaïque et la lumière qui en émane, sur les courants thermo-électriques, ainsi que sur certains effets d'induction des corps en rotation et auxquels il a donné le nom d'*effets d'induction péripolaire*. Ce savant, qui a construit lui-même les appareils dont il a fait usage, a montré dans ses recherches beaucoup de sagacité et de persévérance, ainsi qu'un esprit d'invention remarquable dans des questions difficiles et d'un haut intérêt.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Breguet, du Moncel, Fizeau, Jamin,
Becquerel rapporteur.)

L'Académie avait proposé pour sujet du prix Vaillant à décerner cette année la question suivante : *Perfectionner en quelque point important la télégraphie phonétique.*

La Commission est d'avis de ne pas décerner le prix; elle propose de proroger le Concours à l'année prochaine.

Cette proposition est adoptée.

Voir aux Prix proposés, page 453.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Boussingault, Cosson, Lalanne,
de la Gournerie et Bouley rapporteurs.)

Treize auteurs ont concouru pour le prix de Statistique. Dans l'examen des pièces qu'ils ont envoyées, nous nous sommes attachés à suivre les

principes posés par les anciennes Commissions et que notre regretté confrère Bienaymé a nettement formulés, en leur nom, dans vingt-trois Rapports, où il a apprécié avec une grande autorité les conditions essentielles auxquelles les travaux de Statistique doivent satisfaire et les qualités principales qui peuvent les recommander à la bienveillance de l'Académie.

Rapports sur les Ouvrages de MM. **V. de Saint-Genis** *et* **Borius**; par M. de la Gournerie.

M. **V. de Saint-Genis**, dont les travaux ont déjà été récompensés par l'Académie française (prix Thérouanne, 1871) et par l'Académie des Sciences (Mention honorable au Concours de Statistique de 1874), a présenté deux Ouvrages intitulés, l'un *Inventaire des Archives municipales de Châtellerault antérieures à* 1790, l'autre *Statistique de la vie humaine avant* 1789, *dressée d'après les registres des paroisses de la ville de Châtellerault et comparée à la période de* 1790 *à* 1878.

Le premier travail comprend une Introduction historique, l'inventaire des Archives et des Tableaux contenant le dépouillement des anciens registres tenus dans les paroisses pour les baptêmes, les mariages et les sépultures. On trouve dans le second ces mêmes Tableaux, quelques nouveaux résultats statistiques relatifs à Châtellerault et un texte explicatif assez étendu.

Les nombres donnés par M. de Saint-Genis sont le produit de recherches personnelles. Ses écrits rentrent, par suite, dans une catégorie de travaux pour laquelle les Commissions de Statistique ont depuis longtemps et à plusieurs reprises manifesté leur préférence.

Le premier Tableau présente un relevé des actes par année et pour chaque paroisse; plus loin on trouve les nombres, réunis par périodes décennales et répartis dans trois groupes, qui correspondent, l'un aux paroisses considérées comme riches, le second aux paroisses pauvres et le troisième aux paroisses rurales. A partir de 1790, les nombres sont donnés en bloc pour toute la commune de Châtellerault.

Le relevé des baptêmes a pu être fait pour l'une des paroisses à partir de 1587. L'indication des mariages et des sépultures est donné depuis 1650. Ces dates montrent le grand intérêt que présentent les Tableaux de M. de Saint-Genis. Il est cependant nécessaire de dire que plusieurs registres n'ont pas été retrouvés et que les décès des petits enfants ne sont pas inscrits d'une

manière régulière. L'auteur a signalé avec soin ces causes d'inexactitude.

Un Tableau donne pour la période de 1587 à 1790, divisée en quatre parties, la statistique des illettrés, hommes et femmes, appréciée d'après le nombre relatif des signatures qui n'ont pu être apposées sur les actes.

La Commission doit encore signaler une courte statistique des catégories de parrains, qui offre un intérêt réel à l'historien moraliste. Actuellement, les parrains et les marraines appartiennent, en général, à une condition sociale analogue à celle de la famille de l'enfant. Quelquefois des personnes riches, comme témoignage de bienveillance et de protection, acceptent des filleuls dans des positions modestes, mais on ne les voit jamais choisir des indigents pour parrains de leurs enfants. Il n'en était pas ainsi autrefois; M. de Saint-Genis présente le Tableau suivant :

	Nombre de baptêmes inscrits aux registres.	Enfants pauvres ayant des parrains riches.	Enfants riches ayant des parrains pauvres.	Enfants ayant des parrains dans la même condition qu'eux.
De 1701 à 1710...	2571	204	925	1442
De 1761 à 1770...	2989	396	1308	1285
De 1781 à 1790...	2601	289	540	1772

Ainsi, vers le milieu du XVIIIe siècle, c'était un usage presque général dans les familles aisées de Châtellerault de choisir pour leurs enfants des parrains et des marraines pauvres.

On a jusqu'à présent considéré comme une rare exception ce contrat d'affection dans lequel le riche demandait au pauvre amitié et appui pour son enfant, en imposant à celui-ci l'obligation morale de soutenir dans sa détresse le malheureux à qui un lien spirituel l'unissait.

M. de Saint-Genis dit, d'une manière générale, qu'il « ne connaît pas d'autre ville où l'on rencontre en telle quantité ces preuves caractéristiques des bons rapports sociaux »; mais on doit remarquer que les relevés qu'il publie ont seuls mis en lumière le fait pour Châtellerault. On ne saurait prévoir ce que des recherches analogues donneraient pour d'autres localités. Il est à la connaissance personnelle de votre rapporteur que, dans les dernières années de l'ancien régime, plusieurs baptêmes ont été faits en Bretagne dans les mêmes conditions.

Dans le texte du second Ouvrage, M. de Saint-Genis présente des considérations intéressantes sur l'utilité des études rétrospectives de Statistique et s'appuie sur les faits historiques pour expliquer et commenter les nombres qu'il a recueillis. Il montre que, si dans le Tableau des illettrés toutes

les femmes de l'une des plus pauvres paroisses, celle de Châteauneuf, sont indiquées comme ayant signé les actes où elles figuraient, cela tient à l'existence d'un couvent de dames de Saint-Augustin, qui donnait aux filles l'instruction gratuite. On trouve d'autres renseignements intéressants; cependant cette partie du travail paraît un peu succincte.

M. de Saint-Genis avait en main des documents précieux pour étudier, en dehors de toute théorie, la variation du nombre des naissances, des mariages et des décès à Châtellerault aux époques de guerre, de disette et d'épidémie d'une part, de paix et d'abondance de l'autre. Il a présenté à cet égard quelques observations.

Le plus intéressant des faits qu'il a signalés est l'invariabilité presque absolue du nombre des naissances depuis 1681 jusqu'en 1870, malgré le développement de la population et le nombre plus grand des mariages, d'où résulte une diminution dans la *natalité*, suivant l'expression adoptée par quelques auteurs.

Ce résultat est conforme à tous les renseignements que la Statistique a donnés. On sait notamment que M. Fayet a apporté à l'appui de l'opinion de l'affaiblissement de la fécondité dans les mariages en France le témoignage de quatre cent trente-sept anciens registres que des instituteurs avaient dépouillés. Des recherches sur l'âge des mariés à diverses époques ont été plusieurs fois indiquées comme étant de nature à jeter quelque jour sur cette question importante.

En résumé, les deux Ouvrages présentés par M. de Saint-Genis sur la ville de Châtellerault ont exigé beaucoup de travail; la partie statistique, œuvre personnelle de l'auteur, est conçue dans un bon esprit et, malgré des lacunes impossibles à éviter, offre des résultats importants. Elle ne concerne, il est vrai, qu'une ville de moyenne grandeur, mais les anciennes Commissions de Statistique ont plusieurs fois conseillé aux auteurs de limiter le champ de leurs recherches, de manière à contrôler toutes les circonstances et à s'assurer qu'ils ne présentent que des résultats dignes de servir de jalons à la Science. La Commission de 1867, qui insiste sur ce point, avait principalement en vue la statistique des faits actuels; mais les mêmes observations sont applicables aux recherches rétrospectives. Des études telles que celles de M. de Saint-Genis, faites sur diverses villes de France, feraient ressortir par leurs concordances les faits généraux, et par leurs oppositions les différences qui pouvaient exister entre les mœurs, l'instruction, l'industrie des différentes cités, donnant ainsi des données précieuses à l'histoire philosophique.

La Commission décerne à M. **de Saint-Genis** le prix de 1879 pour la partie statistique des deux Ouvrages qu'il a publiés, en 1877 et 1879, sur la ville de Châtellerault.

M. **Borius**, médecin de la marine, a présenté sur le *climat de Brest* un Ouvrage imprimé, accompagné d'un Supplément manuscrit contenant divers Tableaux numériques et des tracés graphiques.

L'auteur a suivi pour ce travail le plan qu'il avait adopté dans un écrit sur le *climat du Sénégal,* auquel l'Académie a décerné le prix de Statistique en 1875; mais il donne des renseignements plus complets. On trouve notamment des Tableaux sur la population, la répartition mensuelle des naissances, le nombre et les causes des décès, qui manquent dans le premier Ouvrage.

La Commission a vu avec plaisir M. **Borius** poursuivre ses excellents et utiles travaux. Elle lui accorde un rappel du prix que l'Académie lui a donné en 1875.

Rapport sur un Ouvrage de M. **G. Le Bon**, *intitulé « Recherches anatomiques et mathématiques sur les lois de la variation du volume du cerveau et sur leurs relations avec l'intelligence*; par M. Bouley.

Le Mémoire que M. le Dr **Le Bon** a publié sous ce titre est un travail très remarquable. Son auteur a su tirer, des nombreux documents rassemblés par les recherches anthropologiques, des résultats statistiques qu'on n'avait pas encore pu obtenir avec autant de précision et de sûreté, à cause de l'insuffisance et de l'imperfection des méthodes dont on s'est servi jusqu'à ce jour.

M. Le Bon établit en principe, dès son entrée en matière, que les différences des êtres procèdent des inégalités du développement du système nerveux et que, conséquemment, il n'y a rien de fondé dans l'opinion des philosophes qui admettent l'égalité primordiale des hommes et font dépendre de l'éducation seule les différences que l'on constate entre eux.

L'étude des races prouve que les différences physiques et intellectuelles entre les représentants de l'espèce humaine sont profondes, de même que celles qui existent entre les individus d'une même race, et qu'elles correspondent à des différences anatomiques profondes elles-mêmes.

L'état de développement du cerveau, organe de l'intelligence, est la condition principale d'où ces différences dépendent.

M. le Dr Le Bon s'est efforcé de mettre à contribution les matériaux anthropologiques que l'on possède aujourd'hui, pour dégager, par l'application des méthodes mathématiques, les relations cachées qui existent entre les valeurs obtenues par l'observation, et il est arrivé à des résultats précis relativement à l'étendue des différences qui existent entre les hommes, et à la façon dont elles s'effacent ou s'accroissent.

Il répudie la méthode des moyennes, usitée en craniotomie, parce qu'elle est illusoire quand il s'agit de comparer des valeurs différentes entre elles.

La preuve des résultats illusoires que donne cette méthode, il la trouve, par exemple, dans ce qu'elle produit quand on l'applique à la durée de la vie humaine, dans une population déterminée. Si l'on dit que la moyenne de la vie en France est de quarante ans, on semble exprimer par cette formule que la grande majorité des Français cesse de vivre une fois les quarante ans accomplis. Or, c'est le contraire qui est le vrai. L'erreur commise résulte de ce que l'on a obtenu la moyenne par l'addition des âges ou la mortalité est le plus grande : la première enfance et la vieillesse.

De même pour la consommation des denrées, de la viande par exemple : les moyennes font manger à tous les Français une quantité égale de viande, mesurée par kilogrammes; mais ce n'est pas là l'expression de la réalité. Ce qui est réel, c'est que la consommation est très différente suivant la richesse de chacun, et que, tandis que les plus riches consomment beaucoup de cet aliment, les plus pauvres n'en ont que très peu à leur disposition.

Le chapelier qui s'aviserait de fabriquer, à l'usage de ses clients, un chapeau établi d'après la moyenne de leurs têtes arriverait à ce résultat certain, que cette coiffure moyenne ne s'adapterait qu'à un nombre de têtes très restreint.

Donc il n'y a pas de moyennes à établir entre des éléments dissemblables, qui ne sauraient être comparés entre eux.

Pour les crânes, par exemple, la valeur obtenue par des moyennes, dans une race, dans un groupe déterminé, est complètement fictive.

Pour arriver à un résultat positif, il faut classer les crânes par groupes de capacités déterminées et rechercher combien il existe, dans une race, de crânes de chaque groupe; et alors, suivant la prédominance des grands sur les petits et des petits sur les grands, on peut obtenir une mesure de la valeur intellectuelle de la race.

Cette méthode met en relief ce que les moyennes aboutissent forcément à effacer, puisqu'elles ont pour effet inévitable d'équilibrer les grandes capacités craniennes par les petites, et réciproquement.

Pour comparer les valeurs qu'il a obtenues, M. Le Bon s'est servi de la méthode graphique, qui traduit par des lignes les relations que les chiffres expriment souvent d'une façon moins nette, et il a appliqué cette méthode à l'expression de tous les phénomènes anthropologiques.

L'étude qu'il a faite des variations du volume du crâne et du poids du cerveau dans les diverses races humaines et chez les individus d'une même race l'a conduit à constater qu'elles sont beaucoup plus grandes que les moyennes ne l'indiquent.

D'après lui, les différences existant entre les crânes d'individus d'une même race sont d'autant plus grandes que la race est plus élevée dans l'échelle de la civilisation. Ainsi, les différences qu'on observe entre les crânes les plus gros et les crânes les plus petits de chaque race s'élèvent, chez les races supérieures, à plus du double de ce qu'elles sont chez les races inférieures. Elles vont constamment en croissant à mesure que la race se civilise, d'où cette conclusion que, loin de tendre vers l'égalité, les hommes tendent, au contraire, les conditions actuelles subsistant toujours, à se différencier de plus en plus.

Le développement de l'intelligence a un rapport étroit avec la forme, la structure et le volume du cerveau. Mais le volume est le plus important de ces facteurs, car, en opérant sur des séries de crânes suffisamment nombreux, on constate toujours que les plus volumineux appartiennent aux races les mieux douées sous le rapport intellectuel et, dans chaque race, aux sujets les plus intelligents.

Les recherches statistiques conduisent à cet autre résultat, démonstratif du rapport qui existe entre le volume du crâne et l'intelligence, que la capacité moyenne des crânes des races supérieures dépasse notablement celle des crânes des races inférieures et que la race supérieure contient beaucoup plus de crânes volumineux que la race inférieure.

La Commission de Statistique, prenant en considération l'étendue et l'importance des recherches auxquelles M. **Le Bon** s'est livré pour rédiger le travail qu'il a soumis au jugement de l'Académie, lui a accordé un encouragement de la valeur de *quatre cents francs*.

Rapports sur les Ouvrages de MM. **Bonnange** *et* **Dormoy** ; par M. de la Gournerie.

M. **Bonnange** a présenté un magnifique Atlas de cinquante-quatre Planches avec seize feuilles de texte, faisant connaître pour les produits de

huit groupes d'industries l'importance et les variations du commerce de la France depuis 1859 jusqu'à 1875. Ce travail a été fait par ordre du Ministre de l'Agriculture et du Commerce. Les données sont prises dans les sources officielles.

Les Commissions du Concours de Statistique, tout en témoignant une grande préférence pour les Mémoires qui contiennent des renseignements nouveaux et obtenus par des recherches personnelles, n'ont jamais repoussé les travaux ayant pour base des résultats connus. La Statistique n'a pas achevé son œuvre quand elle a recueilli les nombres que fournissent les observations ; il lui reste à déterminer le degré d'exactitude que l'on peut attribuer à chacun des relevés, à les disposer d'une manière judicieuse, à faire des rapprochements qui mettent en évidence les causes des variations, à dégager enfin de la multitude des chiffres les faits essentiels et certains. Il importe de ne pas décourager les savants consciencieux qui se consacrent à la seconde partie du travail.

L'Atlas établi par M. Bonnange donne, pour le commerce de la France avec les différents pays, l'importation et l'exportation des marchandises sous divers états, depuis leur entrée dans l'industrie comme matières premières jusqu'à ce qu'elles soient livrées à la consommation.

Les mouvements des produits de genres peu différents ont été indiqués sur les mêmes figures. En employant les expressions proposées par M. Cheysson, nous dirons que ces figures sont des diagrammes orthogonaux à gradins absolus avec l'addition d'un gradin totalisateur. Des longueurs de $0^{m},005$ représentent sur la base les dix-sept années qui composent la période à laquelle l'Atlas est consacré. Toutes les quantités sont indiquées sur un axe perpendiculaire, à partir de la même origine. Enfin l'espace compris entre deux gradins consécutifs est recouvert d'une teinte qui fait connaître la nature du produit auquel correspond le gradin supérieur.

Pour les résultats généraux, deux diagrammes donnent les importations et les exportations, sans distinction de provenance ou de destination. Sur un troisième, on voit des lignes qui indiquent le rapport de l'importation et de l'exportation au commerce total Enfin, les résultats de la période de dix-sept années sont résumés sur des figures spéciales.

L'auteur s'est abstenu de tirer aucune conclusion économique des résultats nombreux qu'il a recueillis. Nous ne voyons que des avantages à cette réserve. Dans les questions très controversées et qui intéressent à un haut degré l'agriculture et le commerce, il est bon que la Statistique se sépare

de l'Économie politique pour conserver son caractère de certitude et d'impartialité.

On trouve sur les Planches diverses indications très utiles pour apprécier les mouvements du commerce. Ainsi, des diagrammes font connaître la production en France des grains, des sucres, des vins et des houilles. Les prix des grains sont également représentés.

M. Bonnange rapporte dans la Préface les dates des traités de commerce conclus pendant la période. Il eût été utile de donner divers autres renseignements, notamment de rappeler les époques où la manière d'apprécier les valeurs a été modifiée. Un Atlas de Statistique est consulté par un grand nombre de personnes peu au courant des faits commerciaux. On doit par suite multiplier les indications, et même, autant que possible, les inscrire sur les Cartes.

Nous ne saurions blâmer M. Bonnange d'avoir limité son travail à huit industries, mais il eût pu indiquer en quelques lignes le degré d'importance des branches de commerce qu'il négligeait : plusieurs d'entre elles présentent un intérêt considérable. Ce complément eût été de nature à prévenir de fausses appréciations.

Dans le dernier *Tableau décennal du commerce de la France avec ses colonies et avec les puissances étrangères* publié par l'Administration des douanes, on trouve cinquante-quatre Cartes donnant des renseignements statistiques très utiles, tels que les parts du pavillon étranger dans les différentes branches du commerce extérieur, les grandeurs de l'importation et de l'exportation, la comparaison du commerce par terre avec le commerce maritime. L'Ouvrage est établi sur un plan différent de celui de M. Bonnange, et, sans faire ici une comparaison détaillée qui n'est nullement nécessaire, nous devons dire qu'il ne diminue en rien le mérite de ce dernier.

En résumé, l'Atlas présenté par M. **Bonnange** a exigé beaucoup de travail ; il donne des indications très nettes et sera certainement utile. La Commission accorde à son auteur une mention très honorable.

M. **Dormoy** a adressé à l'Académie un Ouvrage considérable contenant une théorie mathématique des Sociétés d'assurances et de secours mutuels. Votre Commission en a pris connaissance avec intérêt, mais elle a trouvé qu'il ne remplissait pas les conditions du Concours.

Les recherches statistiques dans les diverses sciences ne peuvent être faites que par des personnes capables d'apprécier l'importance et les diffi-

cultés que chaque question présente; aussi les anciennes Commissions ont-elles toujours eu égard à la sûreté et à l'étendue des connaissances collatérales déployées par l'auteur, mais elles n'ont jamais admis que de savantes déductions pussent remplacer les résultats numériques qui constituent essentiellement un travail de statistique.

En résumé, la Commission propose à l'Académie d'accorder le prix de l'année 1879 à M. **V. de Saint-Genis** pour la partie statistique de deux Ouvrages intitulés *Inventaire des Archives municipales de Châtellerault antérieures à* 1790 et *Statistique de la vie humaine avant* 1789, *dressée d'après les registres des paroisses de la ville de Châtellerault et comparée à la période de* 1790 *à* 1878;

Un rappel du prix obtenu en 1875 à M. **Borius** pour son Ouvrage *Sur le climat de Brest;*

Un encouragement de *quatre cents francs* sur le prix réservé de 1878 à M. **G. Lebon** pour l'Ouvrage intitulé *Recherches anatomiques et mathématiques sur les lois des variations de volume du cerveau;*

Enfin une mention très honorable à M. **Bonnange** pour son *Atlas graphique et statistique du commerce de la France.*

Ces conclusions sont adoptées.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Fremy, Wurtz, Cahours, Debray, Friedel, Chevreul rapporteur.)

La Section de Chimie propose à l'Académie de décider que le prix Jecker sera partagé pour l'année 1879 de la manière suivante :

A M. **Riban**, pour l'ensemble de ses travaux, *quatre mille francs;*

A M. **Bourgoin**, pour ses travaux de Chimie organique, *quatre mille francs;*

A M. **Crafts**, pour ses travaux relatifs à la Chimie organique, *deux mille francs.*

Ces propositions sont adoptées.

PRIX L. LACAZE.

(Commissaires : MM. Chevreul, Fremy, Wurtz, Cahours, Debray, Friedel, Boussingault, Berthelot, Dumas rapporteur.)

Lorsque Lavoisier fit connaître la nature des véritables éléments chimiques, chacun d'eux fut considéré comme un être distinct, et, si la pensée d'en rapprocher quelques-uns d'une façon plus particulière entre eux se présenta dès cette époque à l'esprit des chimistes, ce fut assurément d'une manière vague et sans portée précise. On peut assurer même que, si plus tard la découverte de l'iode et son incontestable analogie avec le chlore pouvaient faire naître l'idée de rapprochements naturels entre les corps simples, on était bien éloigné encore d'en tirer des conséquences générales. Berzélius, en découvrant le sélénium et en montrant que cet élément se rapproche du soufre de la même manière que l'iode se rapproche du chlore, aurait fait faire un pas considérable à la conception qui permet de ranger les éléments en séries naturelles, s'il n'eût tenu avec une persistance singulière à ranger le sélénium parmi les métaux et à l'éloigner du soufre.

Quelques années après, cependant, la découverte du brome étant venue compléter la série naturelle formée par le fluor, le chlore, le brome et l'iode, on fut autorisé à ranger en quatre familles bien connues les corps non métalliques et à prévoir que les métaux pourraient un jour être soumis aux mêmes lois. Mais tandis que pour les corps non métalliques leur combinaison avec l'hydrogène fournissait un caractère précis et profond pouvant servir de base à leur classification, on n'avait trouvé pour les métaux aucun corps qui, en se combinant avec eux, fournît un moyen de comparaison du même ordre et de la même valeur.

Cependant, divers tâtonnements établissant entre certains groupes de métaux, soit par l'étude de leurs propriétés chimiques, soit par celle de leurs propriétés physiques, des caractères de passage, des rapports et des liens formant continuité, on pouvait considérer comme certain qu'on parviendrait un jour à classer les métaux par familles naturelles et à les ranger par séries parallèles, ainsi qu'on l'avait réalisé pour les corps non métalliques : on y est parvenu, en effet.

Mais, dans ces sortes de séries, tous les termes ne nous sont pas connus, et c'est précisément parce que les intermédiaires manquaient qu'il avait semblé parfois impossible de réunir deux métaux éloignés l'un de l'autre

par leurs propriétés et qu'il a paru au contraire naturel de les placer dans la même famille dès que le métal qui leur servait de lien commun a été découvert.

Étant donné que les métaux ou plutôt que les corps simples peuvent être groupés en familles naturelles et que dans chacune de celles-ci ils peuvent être rangés en séries, que ces séries sont parallèles et que les éléments s'y trouvent rangés de telle façon que les chiffres exprimant les qualités de leurs équivalents s'affaiblissent ou croissent selon certains rapports, on conçoit qu'il puisse exister des règles fixant la place et permettant même de prévoir les propriétés de ceux des éléments inconnus, dont les cases sont demeurées vides sur l'échiquier des éléments chimiques.

M. **Lecoq de Boisbaudran**, à qui la Science est redevable des études les plus persévérantes et les plus précises sur les spectres des éléments, avait été naturellement conduit à rechercher dans la comparaison de leurs spectres les conditions propres à fixer la place de ces éléments dans une classification naturelle, et par suite à signaler d'une manière précise les vides qu'il s'agissait de combler.

Guidé par ce fil délicat et confiant dans cette pensée, M. Lecoq de Boisbaudran n'hésita pas à s'engager dans une recherche qui est devenue pour lui et pour la Science l'occasion d'un succès rare et d'une acquisition du plus haut intérêt, par la découverte du métal extraordinaire qu'il a dédié à la France et qu'il a désigné sous le nom de *gallium*.

Le gallium n'a pas été obtenu, ainsi que cela se présente ordinairement, par la rencontre fortuite d'un minéral formé par quelque combinaison d'un métal nouveau, ni par une indication spectroscopique signalant, par l'apparition de raies nouvelles, la présence d'un élément ignoré dans quelque résidu d'exploitation industrielle. Non! et ce que la découverte du gallium offre de particulièrement intéressant, c'est que l'existence de ce métal a été prévue par M. Lecoq de Boisbaudran, qu'il a cherché à la constater en le cherchant dans des minerais de zinc, où ses idées théoriques le portaient à en soupçonner la présence, par des considérations qu'il se réserve de faire connaître, et qu'il a réussi à l'obtenir, à l'isoler, à affirmer son existence comme métal nouveau et distinct de tous les autres en opérant sur 52^{kg} de sulfure naturel de zinc ou blende et en retirant de cette masse relativement énorme $\frac{1}{100}$ de milligramme de gallium, c'est-à-dire que pour obtenir une unité de gallium il avait traité cinq milliards d'unités de blende! On ne connaît pas d'exemple d'un pareil résultat. Jamais on n'avait vu jusqu'ici un chimiste, guidé par une vue théorique, aller chercher dans un minéral

déterminé un corps simple inconnu, dont les propriétés avaient pu être prévues cependant de manière à permettre de diriger l'action des réactifs qui devaient le séparer des autres matières, et terminer ce travail étrange par la découverte d'une trace du produit cherché au milieu de cinq milliards d'autres substances qui en masquaient les propriétés!

Une méthode qui a pu diriger avec certitude au milieu de pareilles difficultés promet d'autres découvertes du même ordre; on peut être assuré que M. Lecoq de Boisbaudran ne laissera pas sans emploi l'instrument théorique auquel il doit ce premier et éclatant succès.

Tous les chimistes connaissent l'histoire du gallium, et tout le monde a pu admirer ce beau métal, en cristaux volumineux, en belles lames et sous forme solide ou liquide, parmi les produits de l'Exposition universelle. Fusible vers 30°, il se rapproche ainsi du mercure; sa densité, de 5,9, l'en éloigne.

Après avoir découvert le gallium, caractérisé par deux raies placées dans le violet avec des longueurs d'onde de 417,0 et 403,1, M. Lecoq de Boisbaudran a étudié avec le plus grand soin les propriétés chimiques de ce nouveau métal, extrait, par un travail de plusieurs mois, de quelques centaines de kilogrammes de blende. Cette étude a montré qu'il existait entre le gallium et un métal prévu par un chimiste russe, M. Mendéléef, dans sa remarquable classification naturelle des éléments, les rapports les plus étroits, circonstance bien propre à confirmer les chimistes dans la confiance que leur inspire aujourd'hui la base sur laquelle repose l'arrangement de ces éléments par familles.

La découverte du gallium, ses propriétés extraordinaires, la marche nouvelle suivie dans l'invention de ce nouvel élément, assignent au travail de M. Lecoq de Boisbaudran tous les caractères d'un des plus rares événements de l'histoire de la Chimie.

La Commission est heureuse d'en consacrer la mémoire et de témoigner de la grande estime qu'elle porte à M. **Lecoq de Boisbaudran** en lui décernant le prix Lacaze de Chimie pour 1879.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

GEOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget).

(Commissaires : MM. Hébert, Milne Edwards, de Quatrefages, Daubrée, Delesse, Alph. Milne Edwards rapporteur.)

En 1877, l'Académie décida qu'elle décernerait le grand prix des Sciences physiques pour 1879 à une *Étude approfondie des ossements fossiles de l'un des dépôts tertiaires situés en France*.

Deux naturalistes, M. **Henri Filhol** et M. **Lemoine**, ont répondu à l'appel de l'Académie.

M. H. Filhol a présenté deux Mémoires considérables : l'un ayant pour titre *Recherches sur les phosphorites du Quercy, étude des fossiles que l'on y rencontre et spécialement des Mammifères ;* l'autre traitant des Mammifères fossiles de Saint-Gérand-le-Puy, dans le département de l'Allier. Ces deux Mémoires se complètent l'un l'autre, car ils font connaître les modifications que la faune mammalogique a subies à deux époques peu éloignées l'une de l'autre de la période tertiaire, et les résultats auxquels est arrivé l'auteur intéressent à un égal degré les géologues et les zoologistes.

Les gisements de phosphate de chaux du Lot, du Tarn, de Tarn-et-Garonne et de l'Aveyron ne sont connus que depuis peu de temps : c'est en 1865 qu'ils ont été signalés pour la première fois; c'est en 1870 qu'ils ont été régulièrement exploités. L'extraction des phosphorites a mis au jour d'innombrables débris de Vertébrés datant de l'époque éocène supérieure et appartenant à des animaux presque tous complètement inconnus auparavant et différents de la plupart de ceux qui avaient été découverts dans d'autres couches géologiques.

M. H. Filhol a parcouru, à plusieurs reprises, les localités où des carrières étaient exploitées; il n'a épargné ni peine ni argent pour réunir une collection des plus précieuses tant par le nombre des échantillons que par leur parfaite conservation. Ce sont ces matériaux de travail qu'il a ensuite mis en œuvre et qui ont révélé aux naturalistes une faune dont ils ne soupçonnaient pas l'existence.

Pour donner une idée de l'importance de l'Ouvrage dont nous devons rendre compte, il nous suffira de dire que, sur cent douze espèces appartenant au dépôt du Quercy, quatre-vingt-une sont spéciales à ce dépôt et n'ont été trouvées nulle part ailleurs et soixante-six ont été découvertes et décrites par l'auteur. Les autres ont été étudiées avec soin dans les rapports zoologiques qu'elles offrent avec les animaux vivants ou fossiles. Un travail de ce genre demande de sérieuses connaissances anatomiques, ou bien il manque de base et n'offre aucune garantie. Votre Commission a été frappée de la rigueur des méthodes de détermination employées par l'auteur. Il est arrivé ainsi à des résultats importants au point de vue de l'ordre d'apparition des êtres à la surface du globe.

Le groupe des Lémuriens, si nombreux aujourd'hui à Madagascar, ne comptait aucun représentant fossile quand M. H. Filhol trouva dans les dépôts du Quercy un crâne provenant d'un véritable Lémurien, auquel il donna le nom de *Necrolemur antiquus* et qui se rapproche plus des Galagos africains que d'aucune autre espèce actuelle. L'auteur montra aussi que plusieurs animaux des mêmes gisements offrent des analogies incontestables d'une part avec les Lémuriens et d'autre part avec les Pachydermes, établissant en quelque sorte un passage entre ces deux groupes, qui paraissent, au premier abord, si éloignés. Tels sont le *Palæolemur Betillei* de M. Delfortrie, qui est en réalité identique à l'*Adapis parisiensis* décrit par Cuvier, l'*Adapis magnus* (Filhol) et l'*Adapis minor* (Filhol). Ces faits, fournis par l'étude des espèces d'un autre âge, viennent à l'appui de ceux que votre rapporteur a eu l'occasion de signaler, à plusieurs reprises, lorsque, se basant sur les caractères embryologiques et anatomiques, il sépara les Lémuriens des Singes pour les rapprocher des Pachydermes. Le trait d'union, aujourd'hui disparu, existait encore à la fin de l'époque éocène.

On est étonné de trouver pendant cette période un aussi grand nombre de Carnassiers. L'auteur en inscrit quarante-deux sur ses Catalogues : les uns fort différents de tous ceux qui vivent de nos jours, comme les *Pseudælurus* et les Drépanodons aux longues canines supérieures, et dont on a retrouvé les analogues dans les terrains éocènes de l'Amérique septentrionale, les Brachycyons, les Hyænodons et les Ptérodons; les autres fort voisins des Chiens et des Civettes et formant une petite division générique, celle des Cynodictis. Les Cynodictis ont laissé de nombreuses traces de leur existence, et M. H. Filhol n'en compte pas moins de dix-sept formes distinctes. Toutes ces formes différentes représentent-elles des espèces, ou bien ne sont-ce que des races ou des variétés? Après s'être livré à une discussion appro-

fondie des caractères de leur squelette, l'auteur reconnaît seulement quatre types spécifiques ou espèces souches, qui auraient donné naissance aux autres formes par une série de nuances que l'œil peut saisir, mais qu'une description est souvent impuissante à représenter. L'auteur se trouvait là en face d'une des questions les plus difficiles de la Zoologie paléontologique, car elle se lie de la manière la plus intime à celle de l'évolution des espèces. Aussi nous devons lui savoir gré de s'être surtout attaché à réunir des faits certains et indiscutables, qu'il met sous les yeux du lecteur, et de s'abstenir de toute déduction hasardée.

Les animaux herbivores qui servaient à l'alimentation de cette population de Carnassiers sont nombreux en espèces et en individus. M. H. Filhol en indique cinquante espèces, dont dix-huit ont été décrites par lui pour la première fois.

Nous ne saurions, sans abuser des instants de l'Académie, poursuivre cette analyse d'un travail d'aussi longue haleine, représenté par cinq cent soixante pages d'impression et cinquante-quatre planches comprenant près de cinq cents figures, et nous devons passer au second Mémoire soumis à l'examen de la Commission par le même auteur.

Il s'agit ici de la description des Mammifères d'un gisement anciennement connu, celui de Saint-Gérand-le-Puy, qui appartient à la période miocène. En 1833, Ét. Geoffroy Saint-Hilaire entretenait déjà l'Académie de la nature de ces dépôts de calcaire concrétionné ou de calcaire à phryganes. Depuis cette époque, une foule de géologues et de paléontologistes ont visité cette localité et y ont formé des collections considérables. Des travaux nombreux ont été publiés à diverses reprises. Ét. Geoffroy, Jourdan, M. Pomel, notre regretté confrère P. Gervais et d'autres naturalistes ont contribué à faire connaître les fossiles de Saint-Gérand-le-Puy. Mais, pour les Mammifères, ces recherches avaient été entreprises avec des éléments d'étude insuffisants; elles n'étaient pas coordonnées entre elles; les descriptions étaient souvent incomplètes et ne permettaient pas de reconnaître les espèces dont il était question. Les pièces les plus importantes n'avaient jamais été figurées; aussi était-il très difficile de se former une idée exacte de la nature de ces Mammifères et des relations qu'ils présentent avec ceux d'autres gisements bien connus. Il y avait à faire une étude féconde en résultats, et c'est cette étude que M. H. Filhol a entreprise. Il a su tirer profit de la plupart des grandes collections réunies soit chez des particuliers, soit dans les musées d'Europe. Pendant plusieurs années il a suivi l'exploitation des carrières de Saint-Gérand-le-Puy, et il a recueilli ainsi de

nombreux fossiles; enfin M. Pomel lui a remis toutes les pièces qui avaient servi à ses anciennes recherches et sur la détermination desquelles il était resté quelques doutes.

M. H. Filhol a eu ainsi sous les yeux des milliers d'ossements, admirablement conservés, à l'aide desquels il a entrepris l'étude des Mammifères de cette époque. Il n'avait plus à faire connaître une faune nouvelle : il fallait apprécier exactement les caractères d'espèces qui n'avaient été encore qu'entrevues, examiner leurs affinités zoologiques et les rapprocher des espèces voisines récentes ou fossiles. Ce travail a été accompli avec succès, et, aujourd'hui, la faune mammalogique de Saint-Gérand-le-Puy est l'une des mieux connues de la période tertiaire.

A Saint-Gérand on ne trouve ni Singes, ni Lémuriens, ni aucun de ces êtres si singuliers dont nous avons parlé plus haut et qui sont demi-pachydermes, demi-lémuriens. Il est cependant probable que ces animaux existaient, mais qu'ils n'habitaient pas sur le bord des petits lacs où se déposaient les couches aujourd'hui exploitées. Au contraire, les Loutres y étaient communes et y vivaient aux dépens des Poissons des eaux douces. D'autres Carnassiers, les Amphicyons, les Céphalogales, les Plesictis, représentaient des formes zoologiques disparues; des Viverrides et des Mustélides étaient assez nombreux en espèces et en individus. Parmi ces derniers, M. H. Filhol fait connaître, sous le nom de *Proailurus*, une espèce qui semble rattacher zoologiquement les Martres aux Chats proprement dits. Les Marsupiaux existaient encore à cette époque; ils étaient représentés par des espèces de petite taille, mais fort intéressantes à connaître. De très nombreux Herbivores fréquentaient le bord des lacs et servaient de nourriture aux Carnassiers. Les troupeaux de Cænotheriums devaient se composer de milliers d'individus, si l'on en juge par la masse des débris qu'ils ont laissés dans ces terrains. L'auteur a étudié ces animaux avec beaucoup d'attention; il a cherché à savoir s'il existait plusieurs espèces bien distinctes de ces petits Pachydermes ou si les différences de formes que présentent leurs ossements sont dues à des variations individuelles et caractérisent seulement des races. C'est à cette dernière opinion que s'est arrêté M. H. Filhol, trouvant tous les intermédiaires de l'un de ces prétendus types spécifiques à l'autre.

Le travail dont nous venons de donner une appréciation rapide ne comprend pas moins de trois cent cinquante pages d'impression et plus de cinquante planches lithographiées avec une grande exactitude.

En présence de ces deux Mémoires riches de faits bien observés, votre

Commission a été, à l'unanimité, d'avis d'attribuer le grand prix des Sciences physiques pour 1879 à M. **H. Filhol.**

M. **Lemoine** s'occupe depuis longtemps déjà de l'étude des Vertébrés fossiles des environs de Reims, et il a présenté à votre Commission un travail important sur ce sujet. Les renseignements que nous possédons sur les animaux qui habitaient le bassin de Paris à l'époque du dépôt des premières couches éocènes se réduisent à peu de chose. Le conglomérat de l'argile plastique, les grès de la Fère, les lignites du Soissonnais et les sables de Cuise-la-Motte avaient fourni divers Mammifères, un Oiseau, quelques Reptiles et des Poissons. M. Lemoine a été, dans ses recherches, plus heureux que ses devanciers, et il a reconnu dans ces couches plus de soixante-dix types génériques ou spécifiques, dont la plupart étaient inconnus.

Des Carnassiers appartenant aux genres Arctocyon, Proviverra et Hyænodictis vivaient, à cette époque, à côté de nombreux Herbivores, parmi lesquels nous citerons : cinq Plésiadapis et plusieurs espèces fort semblables aux Miacis et aux Opistothonus, qui avaient été déjà signalés en Amérique par M. Cope ; les Decticadapis, qui offrent certaines ressemblances avec les Rongeurs et avec les Édentés ; les Hyracotherhyums, les Lophiochærus et les Pleuraspidotheriums, qui constituent une forme zoologique nouvelle ; enfin deux Dichobunes, trois Hyracotheriums, un Lophiotherium et plusieurs grands Lophiodons.

Un Oiseau gigantesque, très voisin du *Gastornis parisiensis*, a aussi été décrit par M. Lemoine, ainsi que de nombreux Reptiles et des Poissons ganoïdes, téléostéens et placoïdes.

Un Atlas de quatre-vingt-quatorze planches accompagne le texte qui nous a été soumis et permet de suivre et de vérifier les descriptions.

Il est à regretter que, dans ces couches anciennes des terrains tertiaires, on trouve rarement des pièces osseuses complètes. A part quelques exceptions, les ossements sont très fragmentés ; on rencontre le plus souvent des dents isolées. Il est alors très difficile de reconnaître quels sont les débris qui appartiennent à une même espèce ou à un même genre. Il faut une étude bien attentive pour ne pas reconstituer un animal avec des fragments provenant de types différents. C'est là une des principales difficultés contre lesquelles M. Lemoine a eu à lutter, et il a toujours eu soin d'indiquer quelles étaient les parties qu'il avait trouvées en connexion et quelles sont celles qu'il a rapprochées artificiellement, ce qui permettra de vérifier l'exactitude de ses recherches.

Votre Commission, désirant encourager M. **Lemoine** à continuer les études qu'il a poursuivies jusqu'ici avec tant de zèle, signale d'une manière particulière ce naturaliste à la bienveillance de l'Académie et propose de lui accorder une récompense de *mille francs*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Vulpian, Gosselin, Chatin, baron J. Cloquet, baron Larrey rapporteur.)

La Commission du prix Barbier n'a reçu, cette année, aucun Ouvrage qui lui parût mériter le prix institué par son généreux fondateur, mais elle a cependant distingué un Livre et une Brochure dignes d'intérêt et d'encouragement.

Le Dr **A. Manouvriez** (de Valenciennes) a publié, l'année dernière, un Mémoire intitulé *De l'anémie des mineurs, dite d'Anzin*. Ce Mémoire, couronné par la Société de Médecine de Saint-Étienne et de la Loire, rappelle d'abord que l'anémie des mineurs a été observée pour la première fois à Anzin, sous forme épidémique, dès le commencement de ce siècle, et qu'elle a fixé dès lors l'attention des médecins. Mais l'étude spéciale n'en avait pas encore été faite complètement, comme votre rapporteur a pu s'en assurer, après avoir visité autrefois les mines d'Anzin.

C'est ce travail que M. Manouvriez a entrepris, et il a démontré le premier les particularités suivantes :

L'anémie des mineurs n'est pas exclusive aux mines d'Anzin : elle existe aussi et seulement dans un grand nombre de mines de houille et devrait, pour cela, s'appeler *anémie des houilleurs*.

Cette anémie, à part les causes générales, résulte spécialement d'une intoxication par les vapeurs de divers dérivés de la houille ou produits de distillation et de combustion lentes de la houille exposée au contact de l'air.

L'indication de la prophylaxie, la seule efficace, consiste à établir dans

les fosses infectées une ventilation assez énergique pour faire remonter au jour la totalité des vapeurs toxiques.

L'application de cette mesure à la dernière fosse infectée des mines d'Anzin a eu, depuis deux années entières, le résultat le plus favorable et le plus concluant.

Le deuxième Mémoire, secondaire quoique antérieur au précédent, a été publié par M. Manouvriez sous le titre de *Maladies et hygiène des ouvriers travaillant à la fabrication des agglomérés de houille et de brai*.

L'auteur, après avoir décrit certaines particularités morbides observées chez les ouvriers houilleurs, démontre les effets divers de l'imprégnation de la poussière de brai, résidu solide de la distillation du goudron de houille. Il ajoute à l'application des mesures déjà énoncées l'emploi de jets d'eau pulvérisée pour l'abatage de la poussière de brai, et il termine ce travail en constatant, dès la fin de l'année 1876, une notable amélioration dans l'état sanitaire des ouvriers houilleurs.

Telles sont, en aperçu, les considérations qui donnent à ces deux Mémoires une valeur réelle et engagent la Commission à les récompenser par un encouragement de *mille francs*, accordé à M. le Dr MANOUVRIEZ.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX ALHUMBERT.

PHYSIOLOGIE DES CHAMPIGNONS.

(Commissaires : MM. Duchartre, Chatin, Trécul, Decaisne, Van Tieghem rapporteur.)

Aucun Mémoire n'a été remis au Secrétariat.

La Commission propose de maintenir la question au Concours pour l'année 1881.

Cette proposition est adoptée.

Voir aux Prix proposés, page 455.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Duchartre, Trécul, Decaisne, Cosson, Van Tieghem rapporteur.)

Aucun des deux Ouvrages que la Commission a eu à examiner ne lui a paru mériter le prix. Tous deux cependant sont le fruit de louables efforts, qu'il y a lieu d'encourager.

M. **Crié**, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes, a envoyé une série de quatorze Notes publiées dans divers Recueils pendant les dix dernières années. Il y étudie tour à tour les Lycopodiacées et les Mousses de la Champagne du Maine, les Mousses et les Hépatiques de la Sarthe et de la Mayenne, la végétation cryptogamique de l'archipel Chausey comparée à celle des autres îles de la Manche, la flore des îles Falkland, les Champignons de la Nouvelle-Calédonie et ceux des îles Saint-Paul et Amsterdam, enfin l'organisation et la distribution géographique des Champignons parasites du groupe des *Depazea*. Il y a là tout un ensemble d'observations pleines d'intérêt pour la Géographie botanique.

M. le Dr **Leuduger-Fortmorel**, qui s'applique tout spécialement à l'étude des Algues de la famille des Diatomées, nous a adressé un *Catalogue des Diatomées marines de la baie de Saint-Brieuc et du littoral des Côtes-du-Nord* et un *Catalogue des Diatomées de l'île de Ceylan*. Sous un titre par trop modeste, ce dernier Ouvrage, avec ses neuf planches contenant plus de cent figures fort bien faites, renferme un grand nombre de résultats nouveaux qui lui assurent une valeur durable. L'auteur n'a eu à sa disposition qu'une quinzaine de grammes d'un limon vaseux recueilli sur l'ancre d'un navire; mais dans ces quelques grains de sable il a su retrouver trois cent vingt espèces de Diatomées déjà connues, dont il a établi avec rigueur la synonymie, et découvrir quatre-vingts espèces de Diatomées nouvelles, qu'il a décrites et figurées avec le plus grand soin. Trois d'entre elles forment le genre nouveau *Pseudauliscus*.

La Commission propose d'accorder, à titre d'encouragement, à M. **Crié** une somme de *sept cent cinquante francs* et à M. le Dr **Leuduger-Fortmorel** une somme de *sept cent cinquante francs*.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Decaisne, Duchartre, Chatin, Trécul,
Van Tieghem rapporteur.)

L'Académie avait proposé, pour sujet d'un prix Bordin à décerner en 1879, la question suivante : « *Faire connaître, par des observations et des expériences, l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racines, tige, feuilles). Étudier les variations que subissent les plantes terrestres*

élevées dans l'eau et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air. Expliquer, par des expériences directes, les formes spéciales de quelques espèces de la flore maritime. »

On s'était expressément réservé d'ailleurs la faculté de couronner un travail qui aurait traité seulement l'un des points indiqués.

Deux Mémoires manuscrits ont été adressés au Secrétariat. Le n° 1 a pour épigraphe : *Fais ce que dois;* le n° 2 : *Quærite, nec semper invenietis.*

A voir ces devises un peu désespérées, on pressent que les deux auteurs, malgré de consciencieux efforts, n'ont réussi ni l'un ni l'autre, pendant le peu de mois qui leur étaient donnés, à traiter complètement même une partie de la question proposée. Et véritablement il n'y a pas lieu d'en être surpris. Les expériences et les observations demandées par l'Académie sont de celles qui exigent beaucoup de temps pour conduire à des résultats de quelque valeur, et beaucoup de temps encore pour faire subir aux résultats obtenus le contrôle des vérifications nécessaires.

Aussi, considérant les observations déjà faites, et bien faites, par les deux concurrents, désireuse surtout de voir mener à bonne fin les séries d'expériences qu'ils déclarent avoir entreprises, la Commission est d'avis de remettre la question au concours, en en prorogeant l'échéance à l'année 1881.

Cette proposition est adoptée.

Voir aux Prix proposés, page 456.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget).

ÉTUDE COMPARATIVE DE L'ORGANISATION INTÉRIEURE DES DIVERS CRUSTACÉS ÉDRIOPHTHALMES QUI HABITENT LES MERS D'EUROPE.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Blanchard, de Lacaze-Duthiers, Ch. Robin, Milne-Edwards rapporteur.)

La Commission n'a reçu aucun Mémoire; vu l'importance de la question, elle propose à l'Académie de proroger le concours à l'année 1881.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, seront reçus jusqu'au 1er juin 1881.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

Voir aux Prix proposés, page 458.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. de Lacaze-Duthiers, Milne Edwards, Alph. Milne Edwards, Blanchard, de Quatrefages rapporteur.)

L'Académie n'ayant reçu aucun Ouvrage destiné à ce Concours, la Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix Savigny pour 1879.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Duchartre, Trécul, Van Tieghem, Chatin, Émile Blanchard rapporteur.)

La notion précise de la morphologie du système nerveux des Animaux annelés ne remonte pas à une époque bien ancienne. G. Newport avait mis en évidence la nature des changements qui s'opèrent dans la chaîne ganglionnaire des insectes pendant la période du développement. Pour la première fois, dans un travail présenté à l'Académie le 29 septembre 1845, publié dans les *Annales des Sciences naturelles* en 1846, on déterminait l'origine constante des nerfs des pièces de la bouche, on reconnaissait le mode de distribution des noyaux médullaires dévolus aux différents appareils organiques, on démontrait la fixité primordiale des centres nerveux chez tous les Insectes, on constatait que les différences les plus frappantes répondent à la diversité des degrés de centralisation de la chaîne ganglionnaire toujours en coïncidence avec le perfectionnement général de l'organisme. Pour la première fois aussi, on fournissait mille preuves que tous les représentants, si nombreux qu'ils soient, d'une famille naturelle d'Insectes offrent dans les groupements des centres nerveux des caractères communs et, de la sorte, propres à fixer la Science touchant les affinités zoologiques des espèces, des genres, des familles. L'étude des Coléoptères formait un premier Mémoire; les autres parties de l'Ouvrage sur le système nerveux, qui semblaient ne promettre que des résultats tout à fait analogues, ne virent pas le jour (1).

---

(1) L'auteur se trouvait engagé dans la poursuite d'autres recherches.

Il importait cependant de connaître avec une rigoureuse exactitude les dispositions du système nerveux dans les familles des divers ordres de la classe des Insectes. Longtemps les investigateurs manquèrent à la tâche; mais, depuis plusieurs années, un jeune professeur de l'École de Médecine de Saint-Pétersbourg, M. **Eduard Brandt**, a poursuivi des recherches sur le système nerveux dans la plupart des ordres de la classe des Insectes, de façon à déterminer les dispositions caractéristiques de la chaîne ganglionnaire dans chaque groupe. Ainsi parut, de 1876 à 1879, une série de Mémoires importants, accompagnés de nombreuses figures.

Tout d'abord, M. Ed. Brandt s'est occupé des Hyménoptères. Il a dénoncé pour chaque famille les particularités et le degré de centralisation de la chaîne nerveuse, après avoir très heureusement comparé chez certaines espèces la condition du système nerveux des larves et des adultes. Cet ordre a fourni le sujet d'une observation qui conduira certainement à des remarques pleines d'intérêt quand l'étude aura été plus approfondie. Chez les Hyménoptères industrieux, vivant en sociétés comme les Abeilles, les Bourdons, les Guêpes, M. Ed. Brandt a constaté de notables différences dans la chaîne ganglionnaire chez les mâles, les femelles et les neutres. M. Nicolas Wagner s'était assuré que les circonvolutions des lobes cérébroïdes, formés de cellules disposées par étages, plus développées chez les ouvrières que chez les femelles fécondes, demeurent à l'état de vestige chez les mâles; M. Ed. Brandt a reconnu la présence de ces organes dans des types où ils sont rudimentaires.

Cet anatomiste a pris successivement les Lépidoptères, les Hémiptères, les Diptères, et, dans chacun de ces ordres, il a suivi les dispositions du système nerveux dans un assez grand nombre d'espèces pour parvenir à la juste appréciation des affinités naturelles entre les types. A l'égard des Coléoptères, il a pu ajouter des observations sur des formes génériques qui n'avaient encore été l'objet d'aucune étude particulière.

Sans s'arrêter à des interprétations et surtout au mode d'exposition adopté par l'auteur, la Commission, prenant en grande estime la série considérable de faits importants consignés dans ces récentes études sur le système nerveux des Insectes, vous propose de décerner le prix Thore pour l'année 1879 à M. **Eduard Brandt.**

Cette conclusion est adoptée.

MEDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON, MÉDECINE ET CHIRURGIE.

(Commissaires : MM. Gosselin, Bouillaud, Sedillot, Marey, J. Cloquet, baron Larrey, Bouley, Ch. Robin, Vulpian rapporteur.)

La Commission chargée d'examiner les Ouvrages adressés pour le Concours des prix de Médecine et de Chirurgie vous propose de décerner trois prix. Les auteurs auxquels elle les donne sont, par ordre alphabétique, MM. **Dujardin-Beaumetz** et **Audigé**, M. **Tillaux** et M. **Auguste Voisin**.

I. Le travail de MM. **Dujardin-Beaumetz** et **Audigé** est intitulé : *Recherches expérimentales sur la puissance toxique des alcools*. Il a été entrepris à propos d'une discussion sur le vinage qui eut lieu devant l'Académie de Médecine et dans laquelle on avait constaté qu'aucune donnée précise n'existait dans la Science relativement au degré de toxicité des divers alcools. Les recherches de MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé ont eu pour but de combler cette lacune. Ils ont voulu déterminer « la quantité d'alcool pur qui, par kilogramme du poids du corps de l'animal, est nécessaire pour amener la mort dans l'espace de vingt-quatre à trente-six heures, avec un abaissement graduel et persistant de la température ». Leurs expériences, au nombre de deux cent cinquante-huit, ont toutes été faites sur des chiens, au moyen d'injections sous-cutanées.

La première Partie du travail de MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé contient des résultats très intéressants. Les auteurs nous y font connaître le degré de l'action toxique de certains alcools qui n'avaient pas été examinés sous ce rapport : de l'alcool propylique, de l'acétone, des alcools œnanthylique, caprylique, cétylique, parmi les alcools monoatomiques ; de l'alcool isopropylique, de la glycérine. Leurs investigations ont porté aussi sur l'action toxique des dérivés des alcools monoatomiques (aldéhydes et éthers) et sur celle des mélanges artificiels des divers alcools purs.

Dans la seconde Partie de leur travail, consacrée à l'étude du pouvoir toxique des alcools et des eaux-de-vie du commerce, MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé montrent, à l'aide d'expériences très probantes, que les d verses eaux-de-vie de poiré, de cidre, de marcs de raisin, et surtout celles

de grains, de betterave, de mélasses de betteraves et de pommes de terre, ont une puissance toxique supérieure à celle des eaux-de-vie de vin.

Les symptômes de l'empoisonnement par les alcools purs, ou par leurs mélanges, ou enfin par les eaux-de-vie du commerce, sont toujours les mêmes; il n'y a de différences que sous le rapport de la rapidité plus ou moins grande de la marche de l'intoxication : les lésions constatées après la mort sont aussi les mêmes, quelle que soit celle de ces substances qui ait tué l'animal soumis à l'expérience.

Des conclusions formulées par MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé, les unes s'appliquent à l'opération du vinage, les autres à l'usage des boissons alcooliques. Pour l'opération du vinage, les auteurs ont prouvé qu'il n'est pas indifférent d'ajouter aux vins telle ou telle sorte d'alcool ou d'eau-de-vie. Pour l'usage des boissons alcooliques, ils ont établi que certains de ces liquides, surtout ceux qui sont livrés à bas prix, sont plus nuisibles à la santé que l'alcool et l'eau-de-vie de vin. Ce sont là sans aucun doute d'intéressantes données. Les démonstrations expérimentales sur lesquelles s'appuient ces données auraient évidemment plus de force si les auteurs avaient pu contrôler, au moyen d'expériences faites par introduction des alcools et eaux-de-vie dans les voies digestives, les résultats fournis par la méthode des injections sous-cutanées. Mais, tel qu'il est, le travail de MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé offre une incontestable valeur, tant au point de vue de la Science qu'au point de vue de l'hygiène, et il nous paraît mériter un des prix de Médecine et de Chirurgie.

II. La Commission a jugé aussi que l'Ouvrage de M. Tillaux, intitulé *Traité d'Anatomie topographique*, est digne d'obtenir un des prix de la fondation Montyon. Cet Ouvrage diffère notablement des Traités analogues publiés jusqu'à présent soit en France, soit à l'étranger : on peut dire qu'il l'emporte sur ces Traités par l'heureux agencement du plan, par la netteté des descriptions et qu'il est le plus complet des Livres de ce genre. Ce qui imprime à cet Ouvrage un cachet personnel des mieux marqués, c'est que toutes les préparations d'après lesquelles le texte a été rédigé ont été faites par l'auteur. D'autre part, des dessins très clairs, exécutés d'après ces préparations sous la direction de M. Tillaux, sont intercalés dans l'Ouvrage, de telle sorte que le lecteur n'est pas obligé, comme pour les autres Traités d'Anatomie chirurgicale, de recourir à un Atlas distinct : il a sous les yeux, en même temps, dans le même Livre, la description topographique et les figures qui reproduisent tous les traits de la description. L'auteur, à propos

de chaque organe ou de chaque région, indique et développe toutes les considérations de Pathologie ou de Médecine opératoire auxquelles se prête le sujet. En somme, il s'agit là d'un Ouvrage important, très utile, original sous beaucoup de rapports et qui mérite assurément le prix que lui décerne la Commission.

III. Enfin, la Commission décerne pareillement un prix à M. **A. Voisin** pour son Ouvrage intitulé : *Traité de la paralysie générale des aliénés*. L'auteur a consacré plusieurs années à réunir les matériaux de ce Livre, prenant de très nombreuses observations, se livrant à de longues recherches histologiques et cherchant à contrôler par lui-même toutes les opinions émises sur les divers points de l'histoire de cette maladie.

M. Auguste Voisin s'est attaché surtout à démontrer que la paralysie générale des aliénés est de nature essentiellement inflammatoire. C'est là une proposition qui n'a rien d'inattendu, car il s'agit, en réalité, de la manière de voir admise par la généralité des médecins; mais l'auteur a rassemblé un important faisceau de preuves cliniques et anatomo-pathologiques qui défient toute contradiction. Pour lui, l'altération primitive de la maladie est caractérisée par des épanchements de sérosité, des exsudations de blastème dans les différents points lésés des centres nerveux, avec organisation de ce blastème et production de lésions secondaires : il pense que, s'il en était autrement, si les éléments propres du tissu des centres nerveux étaient atteints tout d'abord, on ne pourrait pas se rendre compte des périodes de rémission de la maladie, tandis que ces périodes s'expliquent facilement s'il s'agit des altérations qu'il considère comme primitives et qui seules, suivant lui, peuvent rétrocéder ou disparaître même.

L'étude très complète que M. Auguste Voisin a faite des diverses lésions de la paralysie générale des aliénés lui permet de chercher à établir la physiologie pathologique de cette maladie, c'est-à-dire les rapports qui existent entre les différents symptômes par lesquels elle se traduit successivement pendant la vie et les altérations que l'on constate dans l'écorce grise du cerveau, dans la substance blanche sous-jacente, dans les corps opto-striés, dans les pédoncules cérébraux, la protubérance annulaire, le bulbe rachidien, la moelle épinière, les noyaux d'origine de certains nerfs et les muscles eux-mêmes.

L'auteur montre aussi que la connaissance exacte de la symptomatologie et de l'anatomie pathologique de la paralysie générale des aliénés

conduit à l'emploi des moyens antiphlogistiques, surtout dans les premières périodes de la maladie.

M. Voisin a joint à son Ouvrage des planches faites d'après ses propres préparations et qui permettent de contrôler l'exactitude de ses descriptions anatomo-pathologiques. Le *Traité de la paralysie générale des aliénés* est aussi, comme les précédents Ouvrages, une œuvre personnelle et importante.

Votre Commission vous propose d'accorder trois mentions honorables :

1° A M. **Bochefontaine**, qui a présenté plusieurs Mémoires au Concours. Parmi ces Mémoires, il en est qui ont particulièrement attiré l'attention de la Commission et dont il est nécessaire de dire quelques mots. L'un de ces Mémoires a pour objet l'étude expérimentale de la contractilité de la rate. Dans ce travail, l'auteur examine sur le chien toutes les particularités relatives à cette contractilité qui a été mise en évidence d'abord par Claude Bernard en 1849, dans des expériences faites devant la Société de Biologie; il montre nettement le rôle des nerfs spléniques dans les phénomènes de contraction et de relâchement des éléments musculaires de la rate; il détermine, à l'aide de nombreuses expériences, les voies suivies par les actions réflexes qui retentissent sur ces éléments et il étudie le mode d'influence du sulfate de quinine et des sels de strychnine sur la contractilité splénique.

Dans un autre travail, M. Bochefontaine étudie l'action exercée par l'excitation des parties superficielles du cerveau sur diverses fonctions de la vie organique. Il cherche si les mouvements des membres qui se produisent, chez le chien, comme l'ont découvert MM. Hitzig et Fritsch, lorsqu'on électrise la surface du gyrus sigmoïde, sont les seules manifestations reconnaissables auxquelles donne lieu cette excitation. Or, il démontre qu'il n'en est rien. Ce pli cérébral est doué, comme on le sait, de sensibilité dans les mêmes points où l'électricité démontre l'existence d'un certain degré d'excito-motricité; lorsqu'on électrise ces points, on détermine, comme l'a montré M. Bochefontaine par des expériences qu'il a faites soit seul, soit en collaboration avec M. Lépine, non seulement des mouvements dans les membres du côté opposé, mais encore de la salivation, des troubles cardiaques, des actions vaso-motrices, des contractions de l'estomac, des intestins, de la rate, de la vessie, des modifications des pupilles, etc. Ce sont là des faits nouveaux et intéressants dont il faut tenir compte dans toute discussion portant sur la signification réelle de la découverte de MM. Fritsch et Hitzig.

M. Bochefontaine a présenté, d'autre part, à l'Académie des Sciences, en collaboration avec M. Viel, un travail dans lequel les auteurs établissent avec la plus grande netteté que les inflammations expérimentales de la surface du cerveau du chien déterminent des effets très différents suivant les points atteints; qu'il n'y a, par exemple, des phénomènes convulsifs comme symptômes que lorsque c'est la superficie du gyrus sigmoïde qui est le siège de l'inflammation. Ces résultats sont d'une grande importance pour la physiologie pathologique des méningites et des inflammations superficielles du cerveau.

2° A M. Lecorché, pour son Ouvrage intitulé : *Traité du diabète. Diabète sucré ; diabète insipide*. Cet Ouvrage est la monographie la plus complète qui ait été écrite jusqu'ici sur le diabète.

L'auteur présente d'abord un exposé méthodique et très clair de l'état de la Science en ce qui concerne la glycogénie normale. M. Lecorché s'applique ensuite à séparer, plus nettement encore qu'on ne l'avait fait avant lui, la glycosurie du diabète. La glycosurie est un état morbide passager, pouvant prendre naissance dans des conditions diverses et disparaissant assez fréquemment sans retour. Le diabète est une maladie toute spéciale dont la glycosurie n'est qu'un symptôme, et qui est essentiellement durable, qui s'amende favorablement dans nombre de cas, mais qui, même alors, ne guérit pas, en général, d'une façon complète; le sucre peut diminuer, disparaître même entièrement dans l'urine, mais la tendance morbide persiste d'ordinaire, plus ou moins profondément endormie et prête à se réveiller au moindre choc.

Tout ce qui a été écrit sur la physiologie pathologique et l'histoire clinique du diabète sucré se trouve résumé dans le Livre de M. Lecorché, et l'on y trouve, en outre, les résultats de l'expérience propre de l'auteur.

Dans une dernière Partie de son Ouvrage, M. Lecorché s'occupe du *diabète insipide*. Sous ce nom l'auteur comprend deux états morbides : l'*azoturie* et la *polyurie simple*. L'azoturie, qui complique souvent le diabète, peut exister seule; elle est caractérisée par l'excrétion d'une quantité d'urée qui excède notablement le chiffre normal et qui peut atteindre jusqu'à 50gr ou 80gr par jour; la densité de l'urine augmente et peut s'élever jusqu'à 1045 ou 1050. M. Lecorché trace l'histoire clinique de cette variété encore peu connue de diabète, ce qui n'avait guère été fait avant lui. La polyurie simple est aussi décrite avec soin par l'auteur. Il cherche, en s'appuyant sur les travaux de Cl. Bernard et sur les faits cliniques, à démontrer que ces variétés de diabète sont sous la dépendance de lésions ou de troubles

fonctionnels de certains points déterminés des centres encéphaliques. Le Livre de M. Lecorché témoigne d'une érudition peu commune, d'un grand sens clinique et d'un esprit scientifique très ouvert.

3° Enfin à M. **Simonin**, ex-professeur à la Faculté de Médecine de Nancy, pour son Ouvrage intitulé : *De l'emploi de l'éther sulfurique et du chloroforme à la clinique chirurgicale de Nancy.*

Cet Ouvrage est formé de deux Volumes dont le premier a paru en 1849 et le dernier, pour la seconde partie, en 1879. Les premières recherches de M. Simonin datent même de 1847, c'est-à-dire de l'année où l'emploi chirurgical des inhalations d'éther sulfurique fit son apparition en France et où Flourens découvrit l'action anesthésiante du chloroforme. On voit que l'Ouvrage de l'auteur comprend les résultats d'une pratique des anesthésiques poursuivie pendant plus de trente années. Un tel Livre se prête mal à une analyse succincte, chacun des faits très nombreux qui y sont consignés offrant de l'intérêt à tel ou tel point de vue. M. Simonin a étudié toutes les questions soulevées successivement par toutes les applications que l'on a faites de l'anesthésie par l'éther sulfurique et le chloroforme, et à propos de chacune de ces applications il apporte son contingent d'observations recueillies par lui-même. Si son Ouvrage est très instructif au point de vue de la Chirurgie et de la Médecine, il contient aussi des données importantes pour l'étude physiologique du mode d'action des substances anesthésiantes. C'est pour cela que la Commission n'a pas hésité à décerner une mention à M. Simonin, de Nancy.

Enfin la Commission, après avoir décerné les prix et les mentions dont vous disposez, a décidé qu'elle ferait les citations suivantes, par ordre alphabétique :

M. **Azam**, pour un Mémoire intitulé *Réunion primitive et pansement des plaies.*

M. G. **Delaunay**, pour un Mémoire intitulé *Etudes de Biologie comparée, basées sur l'évolution organique.*

M. **Grasset**, pour différents travaux et notamment pour ses *Leçons sur les maladies du système nerveux.*

M. **Gréhant**, pour un Mémoire intitulé *Sur l'absorption de l'oxyde de carbone par l'organisme vivant.*

M. **Poncet**, pour ses recherches sur l'*Anatomie pathologique de l'œil.*

M. **Porak**, pour un Mémoire intitulé *De l'absorption des médicaments par le placenta et de leur élimination par l'urine des enfants nouveau-nés*.

M. **Riembault**, pour un Mémoire intitulé *Appareil de transport pour les blessés en général et notamment les blessés des mines*.

L'Académie adopte successivement les conclusions de ce Rapport.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. le baron J. Cloquet, Bouillaud, Sedillot, Gosselin, Marey, Vulpian rapporteur.)

La Commission a eu à examiner plusieurs Mémoires. Aucun d'eux ne remplissait les conditions nécessaires pour l'obtention du prix. Toutefois, les deux manuscrits envoyés par l'un des concurrents ont été remarqués par la Commission. L'un de ces manuscrits est intitulé *Recherches expérimentales sur la maladie charbonneuse*; il est accompagné de quatre Planches. Le second est intitulé *Mémoire sur le choléra des oiseaux de basse-cour*. L'auteur, M. **Toussaint**, a communiqué les principaux résultats de ses recherches à l'Académie.

Le premier Mémoire est consacré à une étude étendue, faite en grande partie à l'aide de recherches personnelles, des *bactéridies charbonneuses*, de leurs caractères morphologiques, de leur mode de développement, des lésions qu'elles déterminent, des symptômes par lesquels se traduisent leurs migrations et leur multiplication dans le corps des animaux. Chacun de ces points de l'histoire du charbon est examiné avec le plus grand soin sur un grand nombre d'animaux soumis à l'inoculation expérimentale ou dans des cas de charbon dit spontané. L'auteur est conduit par ses recherches à adopter complètement l'opinion de M. Davaine et de M. Pasteur sur le rôle des bactéridies dans la production du charbon.

Le fait le plus nouveau dans le travail de M. Toussaint, c'est la formation, constatée par lui, d'obstructions vasculaires par des amas de bactéridies. Il a vu des obstructions de ce genre dans les artérioles, dans les capillaires et les veinules de divers organes, et il pense que plusieurs des symptômes de la maladie peuvent trouver là une explication très admissible.

Le second Mémoire de M. Toussaint, beaucoup moins volumineuxq ue le précédent, a pour objet l'étude d'une maladie connue depuis longtemps sous le nom de *choléra des oiseaux de basse-cour*. Un auteur italien, M. Pe-

roncito, a signalé l'existence de fines granulations dans le sang des animaux auxquels il avait inoculé celui des oiseaux morts de cette maladie, qu'il décrit sous le nom d'*épizootie typhoïde des Gallinacés*.

M. Toussaint considère ces granulations comme des microbes : il en a fait la culture, par les procédés de M. Pasteur, dans de l'urine alcaline, et il a vu que l'inoculation des liquides de culture soit à des oiseaux, soit à des lapins et autres animaux, détermine une maladie rapidement mortelle, caractérisée par des symptômes et des lésions rappelant d'une façon très frappante ce qu'on observe dans le *choléra des oiseaux de basse-cour*. Ce fait a été confirmé par M. Pasteur.

M. Toussaint, dans ce travail, a donc mis hors de toute contestation l'existence d'une nouvelle maladie à microbes, transmissible par inoculation : c'est là une donnée très intéressante, non pas seulement par rapport à l'affection décrite sous le nom de *choléra des oiseaux de basse-cour*, mais encore et surtout au point de vue de la pathologie générale.

La Commission propose d'accorder à M. **Toussaint** le prix consistant dans la rente annuelle de la fondation Bréant.

L'Académie approuve les conclusions de ce Rapport.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouillaud, Vulpian, Robin, baron J. Cloquet, Gosselin rapporteur.)

La Commission a remarqué cette année deux Ouvrages importants consacrés l'un aux maladies sexuelles de la femme, l'autre aux maladies sexuelles de l'homme.

Le premier est d'un chirurgien bien connu de l'Académie, M. le Dr **Alph. Guérin**. Il a pour titre *Leçons cliniques sur les affections des organes génitaux internes de la femme*. L'auteur y décrit les formes si variées des maladies utérines ; mais, au milieu de détails qui lui sont communs avec d'autres auteurs, il développe trois points qui lui sont propres et sur lesquels il a fait faire un progrès à cette partie de la Pathologie.

Le premier est relatif aux déchirures du col utérin pendant l'accouchement. Contrairement à l'opinion de ses prédécesseurs, M. Alphonse Guérin ne doute pas que ces déchirures soient fréquemment le point de départ des maladies postpuerpérales, parce qu'elles deviennent le siège d'une angioleucite réticulaire.

En effet, le second point sur lequel M. Alph. Guérin a concentré son attention est l'explication du début d'un bon nombre de maladies utérines et péri-utérines par une inflammation des réseaux lymphatiques. De ces réseaux, l'inflammation se transmettrait aux troncs lymphatiques et, par leur intermédiaire, au tissu conjonctif ambiant, et parfois aux ganglions eux-mêmes, d'où la production d'un adéno-phlegmon. M. Alph. Guérin a le mérite d'avoir le premier fait connaître la variété de cette dernière maladie qui se développe au niveau du trou obturateur, là où se trouve un des ganglions qui reçoivent les lymphatiques de l'utérus.

Enfin, et c'est le troisième point que nous avons à signaler, on remarque dans ce Livre une description toute nouvelle de la congestion pelvienne. M. Alph. Guérin fait remarquer avec raison que ce qui a été dit de la congestion utérine, prélude si fréquent de l'inflammation, s'applique non seulement à l'utérus, mais aux ovaires, aux ligaments larges et finalement à tous les réseaux capillaires de l'excavation pelvienne, et qu'ainsi un bon nombre des phlegmasies péri-utérines se trouvent expliquées par le passage, sous l'influence de causes variées et auxquelles toutes les femmes sont plus ou moins exposées, de la congestion périodique à l'inflammation.

En raison des innovations que caractérisent ces trois points, et en raison aussi des développements très judicieux et très utiles aux médecins que renferme cet excellent Ouvrage, la Commission accorde le prix Godard de *mille francs* à M. le Dr **Alph. Guérin**.

Et comme le prix Godard n'a pas été donné l'année dernière, la Commission décerne un autre prix à M. le Dr **Ledouble**, chef des travaux anatomiques à l'École de Tours, pour son travail sur l'épididymite blennorrhagique. On peut s'étonner de ce que cette maladie, si commune et si bien étudiée, ait pu fournir matière à autant de développements nouveaux et utiles qu'en a présentés M. Ledouble.

Abordant d'abord la question de la relation pathogénique qui existe entre l'épididymite et l'uréthrite, M. Ledouble passe en revue les théories proposées jusqu'à ce jour, la métastase, la sympathie, la propagation de l'inflammation de proche en proche.

Tout en se rattachant un peu à cette dernière, il fait cependant intervenir concurremment une influence des nerfs vaso-moteurs, ou plutôt une action réflexe par synergie vaso-motrice, et il applique ainsi à ce point de pathologie les notions physiologiques modernes émanées de Claude Bernard et de M. Vulpian.

Là où M. Ledouble est le plus nouveau, c'est lorsqu'il nous montre la part curieuse que prend à la maladie cette situation anomale de l'épididyme que nous connaissons sous le nom d'*inversion*. Remontant au mode de formation et de développement des organes génitaux, il nous apprend que la participation du corps de Wolff à l'origine séparée du testicule et de son appendice épididymaire diffère quelquefois de ce qu'elle est habituellement. L'épididyme, au lieu de se former aux dépens du côté externe, peut se former aux dépens du côté interne de ce corps de Wolff, d'où sa situation en avant. De même, les deux faisceaux du *gubernaculum testis* peuvent être de force inégale, et celui de l'épididyme être le plus fort et entraîner cet organe à la partie antérieure ou sur le côté du testicule.

Cette étude, complétée par d'excellentes Planches, n'avait pas encore été faite, et nous ne comprenions pas les inversions. Nous ne savions pas non plus qu'elles prédisposaient à l'épididymite. M. Ledouble prouve le fait par des statistiques incontestables.

Quant à l'explication, il n'en a pas d'autre que celle-ci, qui a bien sa valeur. Lorsqu'un organe n'offre pas les conditions de développement et de situation qui lui sont dévolues normalement, il est plus faible, ou tout au moins plus délicat, et ressent plus aisément toutes les influences morbides, ce qui se résume par l'aphorisme : *Locus minoris resistentiæ*.

En résumé, la Commission vous propose d'accorder un prix Godard de *mille francs* à M. **Alph. Guérin** et un autre également de *mille francs* à M. le Dr **Ledouble**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX CHAUSSIER.

(Commissaires : MM. Vulpian, Bouillaud, Sedillot, baron J. Cloquet, Gosselin rapporteur.)

L'Académie a décerné pour la première fois le prix Chaussier en 1875, et elle l'a décerné à M. le Dr A. Tardieu.

Votre Commission était donc appelée à choisir une seconde fois l'auteur qui, pendant les quatre années écoulées, a fait faire les progrès les plus importants soit à la Médecine légale, soit à la Médecine pratique. Elle a cru se conformer aux intentions du testateur en cherchant d'abord parmi les travaux de Médecine légale, et elle a bientôt reconnu deux Ouvrages qui, dans cette période de quatre ans, ont répondu aux dernières volontés de

Chaussier. Ces deux Ouvrages, publiés, l'un en 1878, l'autre en 1879, sont du même médecin, aujourd'hui décédé, qui a déjà obtenu le prix en 1875, c'est-à-dire de M. le Dr **Ambroise Tardieu.**

Le premier est intitulé *Etude médico-légale sur les blessures*. L'auteur examine dans cinq Chapitres la manière de procéder aux visites des blessés, les causes des blessures, leurs conséquences actuelles et ultérieures, les circonstances dans lesquelles elles ont été faites. Chacun de ces Chapitres énonce avec la plus grande netteté les indications nécessaires au médecin expert pour trouver les réponses qu'il doit faire dans les cas où les blessures soulèvent devant les tribunaux des questions de responsabilité. Mais ce qui donne à ce Livre son caractère spécial, c'est que non seulement il est fait avec les souvenirs et les notes écrites de l'homme qui, à notre époque, a certainement été le plus souvent appelé à se prononcer en ces matières, mais encore il donne la relation des faits et des rapports concernant les cas les plus épineux de la Médecine légale.

Rien de plus instructif, par exemple, que les considérations relatives à un blessé qui s'était fracturé le bras à la suite de mouvements désordonnés provoqués par la peur d'une détonation de l'homme-canon, et qui réclamait pour ce fait des dommages et intérêts à l'administration de l'Hippodrome. Rien de plus utile encore que la lecture de toutes les variétés de sévices et de tortures exercées sur les enfants, et la relation de neuf observations qui s'y rapportent. De même, à propos des accidents par voitures, par chemins de fer, par éboulements, par explosion, l'auteur nous éclaire d'abord avec de bons arguments et ensuite avec les observations à l'appui. Ce Livre, en un mot, est une sorte de clinique médico-légale, genre nouveau extrêmement utile de publication, que M. Tardieu a pu créer par le soin qu'il a mis à conserver et à rassembler tous les Rapports qui lui ont été demandés par la justice.

Le second travail récent de M. Tardieu est son *Étude médico-légale sur les maladies produites accidentellement ou involontairement par imprudence, négligence ou transmission contagieuse*. Ce que l'auteur a fait dans l'Ouvrage précédent pour les blessures, il le fait dans celui-ci pour les maladies internes. Il fait connaître d'abord certaines affections non décrites parce qu'elles avaient été peu observées, celles par exemple qui sont produites chez les animaux par des doses trop fortes de saumure, celles qui ont été attribuées chez l'homme au mutage des vins par le soufre, celles qu'a occasionnées réellement la farine mêlée de nielle. En même temps qu'il agrandit par les faits relatifs à ces maladies le champ de la Pathologie,

M. Amb. Tardieu fait connaître la façon dont il a répondu devant les tribunaux aux questions qui lui étaient faites sur ces sujets.

De même, pour les empoisonnements ou asphyxies accidentelles, pour les maladies provenant d'erreurs dans la prescription ou l'administration des remèdes, il se montre tout à la fois médecin praticien et médecin légiste, en donnant toujours et l'observation du clinicien et les motifs de l'expert.

Mais où ce double caractère est encore plus tranché et où les services rendus par le médecin légiste sont instructifs au point de servir de modèle à ses successeurs, c'est lorsque, dans ses Chapitres IV et V, l'auteur aborde l'histoire des procès occasionnés par la transmission des maladies contagieuses soit des animaux à l'homme, soit de l'homme à l'homme.

Là nous trouvons d'abord l'élève et le collaborateur de Rayer, qui, après avoir contribué à vulgariser les notions relatives à la contagion de la morve, a porté devant les tribunaux, avec la compétence la plus incontestée, les arguments décisifs qui ont entraîné les décisions de la justice. Nous trouvons ensuite, pour la transmission de la syphilis aux nourrices et aux nourrissons, le praticien éminent et sagace, qui, appelé comme expert, a su parfaitement distinguer et signaler les contagions absolument involontaires et imméritées de celles auxquelles les nourrices ont pu s'exposer d'une autre façon avant ou pendant l'allaitement.

En définitive, la Commission, reconnaissant à ces deux Livres les caractères de nouveauté et d'utilité demandés par le testateur, vous propose à l'unanimité d'accorder pour la seconde fois le prix Chaussier à M. **Amb. Tardieu**, en son vivant professeur de Médecine légale à la Faculté de Paris.

Cette proposition est adoptée par l'Académie.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

(Commissaires : MM. Vulpian, Ch. Robin, Milne Edwards, Bouley, Marey rapporteur.)

Votre Commission vous propose de décerner le prix de Physiologie expérimentale à M. **François-Franck**, pour son travail intitulé *Recherches sur les nerfs dilatateurs de la pupille.*

Une théorie qui a régné quelque temps en Physiologie et qui compte encore des partisans admettait que les mouvements de l'iris dépendaient exclusivement des variations du volume des vaisseaux de cette membrane. Formé d'un tissu éminemment vasculaire, l'iris doit s'agrandir dans toutes ses dimensions quand ses vaisseaux se dilatent, et, comme la circonférence extérieure de la membrane irienne est fixe, c'est son bord libre qui se déplace en rétrécissant l'orifice pupillaire; inversement, par l'effet du resserrement de ses vaisseaux, l'iris aura moins de surface et il se produira une dilatation de la pupille.

Un grand nombre de faits démontrent la réalité de cette subordination du diamètre de la pupille à la dilatation ou au resserrement de ses vaisseaux : telles sont les variations du diamètre pupillaire qu'on observe suivant qu'un animal est tenu la tête en haut ou en bas; telles aussi les variations de diamètre rythmées avec les mouvements respiratoires et soumises aux effets mécaniques de la respiration sur le cours du sang.

L'auteur du Mémoire sur les nerfs dilatateurs de la pupille a lui-même étudié, avec un soin spécial, les changements du volume des organes sous l'influence de la dilatation ou du resserrement des vaisseaux [1]; il ne pouvait en méconnaître l'existence dans l'iris, mais ses expériences l'ont conduit à admettre que les nerfs de l'iris commandent des mouvements pupillaires indépendants de l'état des vaisseaux.

Le fait était déjà démontré, pour le resserrement de la pupille, depuis 1823, époque à laquelle Herbert-Mayo fit voir que ce resserrement est commandé par le nerf moteur oculaire commun (troisième paire). Mais la dilatation de la pupille est-elle aussi soumise à l'action de nerfs spéciaux, ou bien n'est-elle qu'une suspension plus ou moins complète de l'action des nerfs constricteurs, ou bien enfin dépend-elle exclusivement du resserrement des vaisseaux de l'iris? Telles étaient les questions à résoudre lorsque M. François-Franck entreprit ses recherches.

L'auteur commence par éliminer l'hypothèse qui rattacherait la dilatation de la pupille au resserrement des vaisseaux iriens. Il montre par des expériences précises que, si la dilatation pupillaire et le resserrement des vaisseaux s'observent tous deux quand on excite le cordon cervical du grand sympathique, la dilatation de la pupille précède le changement de calibre des vaisseaux; elle ne saurait, par conséquent, lui être attribuée.

---

(1) *Du volume des organes dans ses rapports avec la circulation du sang*, Mémoire couronné par l'Académie (prix Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878).

Il fait voir, en outre, que les phases de ces deux actes ne sont pas les mêmes; qu'après l'excitation nerveuse le resserrement des vaisseaux continue à augmenter quand déjà l'iris est revenu à ses dimensions normales; il montre encore que l'excitation des nerfs ciliaires dilatateurs, aussi bien que celle des constricteurs, fait varier le diamètre de l'iris sans modifier la pression manométrique intra-oculaire, ce qui exclut l'existence de changements dans le contenu sanguin de l'iris; enfin, que des mouvements de dilatation de l'iris se produisent encore et à différentes reprises quand on excite le grand sympathique cervical chez un animal qui vient d'être tué par hémorrhagie artérielle et dont, par conséquent, l'iris est exsangue.

Cette première série d'expériences ajoute donc des preuves nouvelles à l'opinion déjà émise que le cordon cervical du grand sympathique contient, indépendamment des nerfs vasculaires, des filets spéciaux qui commandent la dilatation de la pupille. Est-il possible d'isoler ces filets et d'en déterminer le trajet? Tel est l'objet de la seconde Partie du travail de M. François-Franck.

Interrogeant tour à tour, par des excitations électriques délicatement localisées, les différentes branches du grand sympathique, l'auteur a vu que des fibres irido-dilatatrices existent, confondues avec les nerfs vasculaires, dans les origines cervico-dorsales du grand sympathique; que ces fibres se rendent au ganglion premier thoracique et de là au ganglion cervical inférieur en passant exclusivement par la branche antérieure de l'anneau de Vieussens; la branche postérieure de l'anneau ne contient que des fibres vaso-motrices et des filets nerveux sensibles, sans action directe sur la dilatation pupillaire.

Les fibres nerveuses irido-dilatatrices, ayant suivi le cordon cervical du sympathique, sortent du ganglion cervical supérieur et se rendent isolément au ganglion de Gasser, tandis que les fibres vasculaires gagnent le plexus carotidien; c'est le premier lieu où la séparation anatomique des deux ordres de nerfs soit possible.

Au sortir du ganglion de Gasser, les fibres irido-dilatatrices spinales se réunissent à des fibres de même nature qui suivent le trijumeau depuis son origine, comme l'a démontré notre confrère M. Vulpian. Toutes ces fibres iriennes accompagnent dans son trajet la branche ophthalmique de la cinquième paire; mais on retrouve des fibres irido-dilatatrices isolées dans les nerfs ciliaires indirects, dont quelques-uns produisent exclusivement la dilatation pupillaire. C'est le second point où ces nerfs spéciaux soient isolables.

Des ganglions paraissent exercer une influence importante sur les nerfs irido-dilatateurs.

Déjà, en ce qui concerne les nerfs dilatateurs de l'iris, M. Vulpian avait constaté que le ganglion cervical supérieur agit à la façon d'un centre nerveux secondaire. En effet, après la destruction des centres nerveux cérébro-spinaux, il persiste un certain degré de dilatation de l'iris qui disparaît si le ganglion cervical supérieur est détruit à son tour.

Certaines expériences de M. François-Franck semblent indiquer que pour ces mêmes nerfs irido-dilatateurs il y a encore d'autres centres secondaires, dans lesquels même peuvent se produire des actions réflexes : ce sont le ganglion premier thoracique, le ganglion de Gasser et l'ophthalmique.

Bien que dévolue à des filets nerveux multiples, l'action irido-dilatatrice ne se localise jamais à une partie restreinte du cercle pupillaire. L'excitation d'un seul nerf ciliaire dilatateur produit une dilatation régulière et totale de la pupille, comme s'il existait quelque appareil nerveux terminal commandant la dilatation de l'iris tout entier et susceptible d'être mis en jeu par l'excitation d'un seul de ses filets nerveux afférents.

Le mouvement de dilatation de la pupille après l'excitation des nerfs qui le provoquent ne survient pas aussi vite que le resserrement après l'excitation des nerfs constricteurs. D'autre part, si l'on excite à la fois les nerfs dilatateurs et les constricteurs de l'iris, la pupille commence par se contracter, puis se dilate.

Ces différentes propriétés des nerfs de l'iris rappellent ce qui se passe au sujet des nerfs vaso-moteurs antagonistes. M. François-Franck a tiré de ce rapprochement des vues intéressantes qu'il développe dans un autre travail sur les nerfs moteurs du cœur et des vaisseaux.

Dans le Mémoire sur les nerfs dilatateurs de la pupille, M. François-Franck s'est révélé une fois de plus comme un physiologiste distingué; il a fait preuve d'une vaste érudition dans la critique des nombreux travaux exécutés avant lui sur ce sujet; il a montré une grande habileté dans la conduite d'expériences difficiles et a obtenu des résultats nouveaux et précis, en isolant en deux lieux différents les nerfs irido-dilatateurs des filets vaso-moteurs qui partout ailleurs les accompagnent, et en mesurant au moyen de méthodes rigoureuses le retard, la durée et les phases des mouvements de l'iris soumis à l'action nerveuse. Enfin, dans un sujet où régnait la complexité, parfois même la confusion, il a trouvé des rapprochements ingénieux qui font entrevoir certaines propriétés générales des nerfs de la vie organique et de leurs ganglions.

Telles sont les considérations qui ont décidé votre Commission à décerner le prix de Physiologie expérimentale à M. **François-Franck.**

Cette conclusion est adoptée.

PRIX L. LACAZE.

(Commissaires : MM. J. Cloquet, Bouillaud, Sedillot, Gosselin, Vulpian, Marey, Milne Edwards, de Quatrefages, Robin rapporteur.)

La Commission du prix de Physiologie de la fondation Lacaze vous propose de décerner ce prix pour l'année 1879 à M. le Dr **Davaine**. En le faisant, elle a voulu récompenser l'ensemble des travaux de ce savant. Les analyser ici serait superflu : la plupart, en effet, sont insérés dans nos *Comptes rendus;* les autres sont des Traités publiés séparément, pleins de recherches originales sur les vers intestinaux, etc. Tous sont empreints d'un esprit scientifique élevé. Ceux même dont les résultats conduisent le plus directement à des applications médicales, comme toutes ses belles recherches, de date déjà ancienne, sources de tant d'autres, sur la septicémie et les maladies charbonneuses, partent d'observations et d'expériences physiologiques conduites avec une méthode qui ne laisse guère place à la critique. Elles rappellent celles de son maître et ami, le toujours regretté Claude Bernard.

En cette circonstance, l'Académie sera certainement heureuse de la décision prise par sa Commission.

L'Académie approuve les conclusions de ce Rapport.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

(Commissaires : MM. Boussingault, Dumas, Chevreul, Peligot, Fremy rapporteur.)

Rapport sur un Mémoire de MM. **Boutmy** et **Faucher**, *ingénieurs des Poudres et Salpêtres, sur la fabrication industrielle de la dynamite.*

L'Académie sait que M. Nobel, ingénieur suédois, a préparé le premier, en 1867, un explosif d'une grande puissance, qu'il a nommé *dynamite,* et

qui est un mélange de nitroglycérine et d'une substance siliceuse absorbante.

Dans cet état, la nitroglycérine a conservé une partie de sa force explosive et ne présente plus les dangers qui avaient fait renoncer, pendant un certain temps, à son emploi.

Il résulte des recherches de M. Nobel que la meilleure dynamite est celle que l'on prépare avec une substance poreuse que les Allemands appellent *Kieselguhr*, et qui est formée par l'enveloppe siliceuse d'infusoires fossiles.

Nous avons en Auvergne un corps siliceux, la *randannite*, identique au *Kieselguhr*, qui peut être employé avec avantage dans la fabrication d'une dynamite de première qualité, car cette dynamite, ainsi produite, contient jusqu'à 75 pour 100 de nitroglycérine.

Pour faire comprendre l'utilité du travail de MM. **Boutmy** et **Faucher**, et aussi les difficultés que ces habiles ingénieurs avaient à résoudre, l'Académie nous permettra de rappeler ici, en quelques mots, les principaux usages et quelques propriétés de la dynamite.

Cet explosif est employé aujourd'hui dans l'exploitation des mines et carrières, dans les travaux publics et dans les travaux militaires; aussi la consommation de la dynamite augmente-t-elle chaque année dans une proportion considérable.

Pour les applications aux mines et aux carrières, la dynamite présente de notables avantages sur la poudre de mine ordinaire.

En effet, sa puissance explosive permet de l'employer dans des trous de mine perpendiculaires au front de taille, quelle que soit la dureté du minerai, tandis qu'avec la poudre on est souvent obligé de percer ces trous avec une inclinaison de 45°, afin de créer une ligne de moindre résistance.

Avec une même longueur de forage, on abat donc, au moyen de la dynamite, un cube beaucoup plus considérable qu'avec la poudre.

D'après M. Abel, la vitesse de propagation de la dynamite est de 6000^{m} par seconde. L'instantanéité presque absolue de cette explosion permet d'employer un bourrage moins parfait que lorsque l'on fait usage de la poudre; du sable légèrement tassé, de l'eau ou même de l'air qui surmonte la cartouche suffisent pour faire produire à la dynamite des effets qui se réalisent même dans des roches poreuses, sur lesquelles la poudre de mine, comme on le sait, n'a que peu d'action.

La dynamite peut être utilisée dans des forages humides, à la condition de préserver l'amorce des atteintes de l'humidité.

Ces avantages font employer avec grand succès la dynamite dans les travaux publics, tels que le percement des tunnels et des tranchées dans le roc, la désagrégation des roches qui sont submergées lors de la fondation des piles de pont, etc.

La puissance explosive de la dynamite et surtout la suppression du bourrage rendent cet explosif très précieux dans les opérations militaires, telles que le renversement des murs, la production des brèches, la destruction des palissades des voies ferrées et des ponts, le brisement des glaces, la production des tranchées dans les terres gelées, etc.

On voit que les recherches de MM. Boutmy et Faucher sur la fabrication industrielle de la dynamite portaient sur un explosif qui a pris aujourd'hui une importance exceptionnelle.

Mais la production industrielle de la nitroglycérine, qui est la base de la dynamite, présente des difficultés considérables : en effet, la nitroglycérine est vénéneuse même à l'état de vapeur, et les accidents terribles qu'a produits cet explosif si puissant montrent tous les dangers auxquels sont exposés ceux qui se livrent à sa fabrication.

Votre Commission des arts insalubres a donc pensé qu'un travail, comme celui de MM. Boutmy et Faucher, qui avait pour but d'ôter en quelque sorte tout danger à la fabrication industrielle de la nitroglycérine et à celle de la dynamite, devait être examiné par elle avec un grand intérêt.

On sait que la nitroglycérine s'obtient presque instantanément en faisant agir sur la glycérine l'acide nitrique fumant, ou mieux un mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique.

Une brusque immersion de toute la masse dans une quantité d'eau considérable met fin à la réaction et précipite la nitroglycérine.

Lorsqu'on opère sur de grandes masses, on rencontre de sérieuses difficultés dans cette fabrication, parce que la réaction produit assez de chaleur pour décomposer une partie de la nitroglycérine, qui dégage alors des vapeurs rutilantes et peut souvent déterminer de violentes explosions ; les procédés de réfrigération sont souvent sans efficacité pour éviter ces accidents.

Lorsque MM. Boutmy et Faucher ont été chargés par le Gouvernement de fabriquer à Vonges la nitroglycérine en quantités importantes, ils n'ont pas cru devoir adopter le mode de fabrication ordinaire, qui présentait de grandes chances d'accidents; leurs études, suivies à la fois dans le laboratoire et dans l'usine, les ont conduits à la découverte d'un nouveau mode

de production de nitroglycérine que nous allons faire connaître et qui leur a donné les meilleurs résultats.

Le principe du nouveau procédé consiste à écarter la plus grande partie de la chaleur qui doit se dégager pendant la production de la nitroglycérine, en engageant d'abord la glycérine dans une combinaison avec l'acide sulfurique, qui forme l'acide sulfoglycérique, et en détruisant ensuite lentement, par l'acide nitrique, le composé sulfoglycérique.

Le procédé de MM. Boutmy et Faucher revient donc à produire d'avance : 1° un liquide dit *sulfoglycérique*, obtenu en traitant la glycérine par trois fois son poids d'acide sulfurique ; 2° un liquide dit *sulfonitrique*, en mélangeant à poids égaux l'acide sulfurique et l'acide nitrique.

Ces deux préparations donnent lieu à des dégagements de chaleur considérables ; on laisse refroidir les liqueurs et on les réunit ensuite dans des proportions voulues pour que la réaction se produise avec une lenteur qui empêche tout échauffement anomal.

Telle est la découverte, selon nous très importante, qui est due à MM. Boutmy et Faucher ; nous devons dire ici qu'elle est la conséquence de recherches thermochimiques faites précédemment par un des deux ingénieurs et consignées dans un Mémoire qui a été présenté à l'Académie.

L'auteur de ce travail avait démontré en effet que l'acide sulfoglycérique, en se décomposant pour donner de la nitroglycérine sous l'influence de l'acide nitrique, absorbe une quantité de chaleur égale à celle que sa formation avait exigée ; on réalise donc, par la nouvelle méthode, *une sorte de mélange réfrigérant* au sein de la masse, qui maintient la température du liquide entre 10° et 15° et permet de préparer la nitroglycérine en quantité considérable sans réfrigération extérieure.

Le nouveau procédé présente un autre avantage important.

Dans la méthode ancienne, la nitroglycérine se sépare presque instantanément et monte en partie à la surface du liquide, ce qui rend les lavages difficiles.

Dans le procédé de Vonges, la nitroglycérine se fait d'une façon lente, en vingt heures environ et avec une régularité qui met les ouvriers à l'abri de tout danger; elle tombe au fond des vases et peut être lavée rapidement.

Ce mode de production de la nitroglycérine offre aussi, au point de vue du rendement, des avantages marqués sur les autres méthodes, car à Vonges on a obtenu constamment 200 parties de nitroglycérine pour 100 parties de glycérine à 30°, ce qui dépasse les rendements ordinaires.

Après avoir fait ressortir la partie essentielle et originale du nouveau procédé de MM. Boutmy et Faucher, nous croyons inutile d'insister sur les autres perfectionnements qui ont été introduits par ces habiles ingénieurs dans l'installation de leurs appareils; ils portent principalement sur les précautions prises pour éviter les explosions et soustraire les ouvriers à l'action des vapeurs de nitroglycérine et de gaz nitreux, sur le lavage et la filtration de la nitroglycérine, et sur son incorporation avec les matières absorbantes diverses pour produire la dynamite.

En résumé, le procédé de MM. **Boutmy** et **Faucher** est appliqué à Vonges depuis 1873; il a permis de fabriquer des quantités considérables de dynamite dans des conditions de sécurité en quelque sorte exceptionnelles, eu égard aux dangers que présente le maniement d'un explosif aussi puissant.

Non seulement on n'a pas eu à déplorer à Vonges la perte d'un seul ouvrier, mais la santé de tous s'est maintenue excellente.

Votre Commission a donc pensé que les auteurs du nouveau procédé de fabrication de la nitroglycérine avaient mérité le prix des Arts insalubres de la fondation Montyon; en conséquence, elle leur décerne ce prix, dont la valeur est de *deux mille cinq cents francs*.

Rapport sur un Mémoire de M. le Dr **Haro**, *médecin-major de 1re classe au 69e régiment de ligne : « Sur une méthode économique de balnéation mise en usage au 69e régiment d'infanterie. »*

Les médecins militaires, justement préoccupés de tout ce qui concerne l'état hygiénique et la santé du soldat, ont cherché depuis longtemps les moyens d'entretenir la troupe dans un état convenable de propreté, en utilisant les modiques ressources dont les Conseils d'administration des corps peuvent disposer.

M. le Dr **Haro**, médecin-major au 69e de ligne, encouragé dans ses efforts par le colonel de ce régiment, a mis en usage un mode de balnéation aussi simple qu'économique.

Ce procédé consiste à soumettre successivement, pendant quelques minutes, chaque homme, placé debout dans un baquet formant bain de pied, à une douche d'eau chaude très divisée.

L'homme se frotte ensuite le corps avec du savon noir au moyen d'une brosse; le nettoyage est complété par une seconde aspersion.

Chaque jour, une compagnie de quatre-vingts à cent hommes peut subir ainsi un lavage de propreté; la dépense totale ne s'élève pas, par séance, à plus de 1fr,20, soit un peu plus de 0fr,01 par homme.

Votre Commission pense que la généralisation du procédé de balnéation si simple et si économique employé par M. le Dr Haro serait d'une grande utilité pour la santé de nos soldats; voulant encourager ces utiles efforts, elle propose donc à l'Académie d'accorder au Dr **Haro** un encouragement de *mille cinq cents francs*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX CUVIER.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Blanchard, Hébert, Daubrée rapporteur.)

Il y a plus d'un demi-siècle, dans un Ouvrage que l'on consulte encore chaque jour avec fruit, M. **Studer** exposait les caractères des couches tertiaires, connues sous les noms vulgaires de *Molasse* et de *Nagelfluhe*, à peu près contemporaines de nos sables de Fontainebleau, qui constituent la basse Suisse.

Mais c'est surtout sur la région montagneuse voisine que son attention s'est portée depuis lors.

Les hautes régions des Alpes, rebelles aux efforts des géologues, ont longtemps paru échapper aux lois générales qui avaient été reconnues dans d'autres pays.

La difficulté de reconnaître exactement l'âge relatif des masses qui constituent ces majestueuses montagnes résulte de causes qui concourent, en quelque sorte, pour déjouer les tentatives des explorateurs.

D'une part, les sédiments des anciennes mers, calcaires, argileux ou arénacés, qui se sont accumulés sur de grandes épaisseurs et qui forment une partie des massifs, sont très souvent dépourvus des fossiles qui ailleurs servent de repères pour les classer. D'autre part, les caractères minéralogiques de ces couches sont ambigus, comme si, depuis l'époque où elles ont été déposées dans le sein de l'Océan, elles avaient été soumises à des influences qui les auraient transformées. Enfin, des actions mécaniques gigantesques ont coupé, redressé, plié et contourné ces assises, malgré la résistance qu'elles devaient leur opposer, en raison de leur rigidité et d'une épaisseur de plusieurs kilomètres; elles ont brouillé ou même renversé l'ordre naturel de superposition. En présence de grands escarpements naturels, tels que ceux du lac des Quatre-Cantons, où les roches dégarnies de terre végétale se montrent au vif, l'œil le moins observateur est frappé de la grandeur de ces effets, qui donnent, au premier abord, l'idée d'un inextri-

cable désordre. Telles sont les régions qu'on ne peut explorer qu'au prix d'ascensions nombreuses et pénibles.

Parmi les géologues qui, depuis les mémorables travaux de Saussure, ont contribué à rendre classiques les Alpes suisses, M. Studer occupe le premier rang. Il les a explorées dans toutes leurs parties, comme personne ne l'avait fait avant lui. Déjà Alexandre Brongniart avait introduit dans la Science une notion toute nouvelle en montrant, par la correspondance de leurs fossiles, que les cimes déchiquetées des Fiz et des Diablerets, malgré l'élévation qu'elles atteignent et une grande différence de caractères pétrologiques, sont contemporaines du calcaire grossier des environs de Paris. Peu d'années après, M. Studer parvenait à distinguer, au milieu de massifs d'aspect assez uniforme, les divers groupes des classifications auxquelles on était arrivé dans des contrées moins accidentées. Les structures les plus complexes ont ainsi trouvé une explication.

M. Studer a consigné ces précieuses études non seulement dans de nombreux Mémoires, mais aussi dans son Ouvrage fondamental : *Geologie der Schweiz* (1851-1853), dans sa *Physikalische Geographie,* et dans la Carte géologique dont il a publié la première édition en 1853 avec son digne collaborateur Escher.

Au milieu des faits nombreux et pleins d'intérêt qu'il a reconnus, je me bornerai à en mentionner ici un seul. Tandis que dans leur situation normale et habituelle les masses granitiques forment le soubassement des terrains stratifiés, ces mêmes masses, dans les Alpes bernoises, ont été refoulées au-dessus de terrains de sédiments. L'imposant massif de la Jungfrau, si admiré des touristes, montre des couches calcaires, appartenant à l'époque jurassique, qui ont été repliées et pincées en forme de coin, au milieu des masses cristallines, puis portées jusqu'à l'altitude des glaciers.

C'est l'un des exemples qui témoignent hautement de la grandeur des forces qui ont pu être mises en jeu dans l'écorce terrestre, lorsque des tensions, causées peut-être par le refroidissement des masses intérieures du globe et par la contraction spontanée qui en résulte, venaient à lutter contre l'action de la pesanteur. Une disposition semblable, observée en même temps dans l'Oisans par Élie de Beaumont, parut bien étrange lorsqu'elle fut annoncée il y a cinquante ans; elle a cependant été depuis lors confirmée et retrouvée dans d'autres localités.

D'ailleurs, non loin des montagnes bernoises, d'autres phénomènes, non moins grandioses, lui sont intimement liés, et c'est notamment le cas

pour le plongement si imprévu des assises de molasse, sous l'axe même de la chaîne. Loin d'être un fait accidentel, tant qu'on ne l'observait que sur des points isolés, comme le Righi, on sait maintenant que c'est un trait essentiel des régions marginales de la chaîne et qu'il est, comme une sorte de contre-coup, dû aux actions mêmes qui ont produit celle-ci.

La Commission propose de décerner le prix Cuvier à M. **Studer**, Correspondant de l'Académie, pour les travaux qu'il a poursuivis pendant plus de cinquante années avec un dévouement infatigable et pour les lumières qu'il a ainsi jetées sur de grandes questions de Géologie.

L'Académie adopte les conclusions du Rapport.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. le général Morin, Dumas, Tresca, Bertrand, Resal rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Trémont à M. **Thollon**, pour l'encourager à continuer ses intéressantes recherches sur la Spectroscopie.

Cette proposition est adoptée.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Dumas, Chasles, Chevreul, Boussingault, Bertrand rapporteur.)

La Commission, à l'unanimité, propose de décerner le prix Gegner à M. **Gaugain**, pour l'ensemble de ses travaux, poursuivis depuis plus de trente ans sur le magnétisme et l'électricité.

Cette proposition est adoptée par l'Académie.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale ayant autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, prix qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique,

Le Président remet les cinq volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du système du Monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Walckenaër (Charles-Marie)**, né le 7 novembre 1858 à Paris, entré, en qualité d'élève ingénieur, à l'École des Mines.

En dehors des prix annoncés pour les concours de l'année 1879, l'Académie, sur le rapport d'une Commission composée de MM. Dumas, Bertrand, Chasles, Decaisne, Wurtz, Edm. Becquerel rapporteur, a décerné un prix de *trois mille francs* à M. **William Crookes**, pour l'ensemble de ses expériences.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1880, 1881, 1882 ET 1883.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget).

Question proposée pour l'année 1880.

L'Académie propose, pour sujet d'un grand prix de Sciences mathématiques à décerner en 1880, la question suivante :

« *Perfectionner en quelque point important la théorie des équations différentielles linéaires à une seule variable indépendante.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être remis au Secrétariat avant le 1er juin 1880; ils porteront une épigraphe ou devise répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1880.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1880.

PRIX PONCELET.

Par Décret en date du 22 août 1868, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite, au nom du Général Poncelet, par Mme Veuve Poncelet, pour la fondation d'un *prix annuel* destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Veuve Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Le Prix consiste en une médaille de la valeur de *deux mille francs*.

Une donation spéciale de Mme Veuve Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

PRIX MONTYON.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *sept cents francs*.

PRIX PLUMEY.

Par un testament en date du 10 juillet 1859, M. J.-B. Plumey a légué à l'Académie des Sciences vingt-cinq actions de la Banque de France « pour » les dividendes être employés *chaque année,* s'il y a lieu, en un prix à » l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur. »

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera *chaque année,* dans sa séance publique, une médaille de la valeur de *deux mille cinq cents francs* au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, M. Dalmont a mis à la charge de ses légataires universels de payer, *tous les trois ans,* à l'Académie des Sciences, une somme de *trois mille francs,* pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service qui lui aura présenté, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs* doit être décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie, d'exciter MM. les ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

Un Décret en date du 6 mai 1865 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix fondé par M. Dalmont dans sa séance publique de l'année 1882.

PRIX FOURNEYRON.

L'Académie des Sciences a été autorisée, par décret du 6 novembre 1867, à accepter le legs qui lui a été fait par M. Benoît Fourneyron d'une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français, pour la fondation d'un *prix de Mécanique appliquée* à décerner *tous les deux ans,* le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en régler le programme.

La Commission du prix de 1877 n'a pas cru pouvoir, conformément au Programme proposé, le décerner à l'auteur d'une machine motrice pour tramway, et l'a accordé à une machine motrice s'en rapprochant.

De son côté, la Commission du prix de l'année 1879 n'a pas jugé qu'il lui fût possible de l'accorder à aucun des Ouvrages soumis à son examen.

En conséquence, sur sa proposition, l'Académie maintient la question au concours et propose de décerner, s'il y a lieu, le prix Fourneyron en 1881 au meilleur Mémoire ayant pour objet la *construction d'une machine motrice propre au service de la traction sur les tramways.*

Les pièces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX BORDIN.

Concours prorogé de 1876 à 1878, puis à 1880.

Le prix n'ayant pas été décerné pour l'année 1878, l'Académie propose de nouveau la question suivante pour 1880 :

« *Trouver le moyen de faire disparaître ou au moins d'atténuer sérieusement* » *la gêne et les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des* » *cheminées sur les chemins de fer, sur les bâtiments à vapeur, ainsi que dans les* » *villes à proximité des usines à feu.* »

L'importance de la solution plus ou moins complète du problème ainsi posé n'a pas besoin d'être longuement démontrée. Aujourd'hui que le transport des voyageurs ou des marchandises, tant sur terre que sur mer, se fait presque exclusivement par des machines à feu, et que le nombre des hommes et des choses qui se déplacent est déjà si considérable, on doit reconnaître que la plus grande rapidité des voyages et l'abaissement du prix ont déjà fait beaucoup pour produire cet immense résultat; mais on ne saurait méconnaître, d'autre part, que le confortable et la sécurité des voyageurs laissent encore beaucoup à désirer. Voulant appeler principalement l'attention sur un des progrès importants qui restent encore à faire dans les moyens de transport, nous dirons qu'il n'est pas un voyageur descendant d'un paquebot ou d'un wagon de chemin de fer, après un voyage de quelque durée, qui n'ait gémi d'avoir eu à vivre, pendant de longues journées, au milieu d'une atmosphère de fumée, de cendres ou de flammèches brûlantes. La santé des personnes faibles a eu souvent lieu de s'en ressentir; enfin le danger que présentent les flammèches sortant des chau-

dières, au point de vue de l'incendie des trains ou des navires, ne saurait malheureusement être contesté.

Ce sont, sans contredit, les flammèches de la locomotive qui, pendant la dernière guerre, ont fait sauter sur le chemin de fer de la Méditerranée, près de Saint-Nazaire, entre Marseille et Toulon, tout un train de voyageurs auquel on avait adjoint un wagon portant des barils de poudre de guerre; souvent le feu s'est déclaré dans des wagons portant des matières combustibles, sans qu'elles fussent explosibles, et plus d'un paquebot à vapeur a eu le feu dans ses cales ou dans ses cabines, sans qu'on ait pu en trouver d'autre cause que des flammèches tombées des cheminées. Elles en sortent parfois en telle abondance qu'on peut dire que le navire voyage sous une pluie de feu.

Jusqu'à ce jour, il semble qu'on ait considéré comme un mal inévitable ces inconvénients, si graves, des moteurs à feu, ou qu'on s'y soit résigné, comme il le faut bien faire devant ce qu'on ne peut empêcher.

Il a paru qu'il appartenait à l'Académie des Sciences de ne pas reconnaître comme irremédiables les inconvénients que présentent aujourd'hui les produits de la combustion des machines à feu.

Déjà, à maintes reprises et dans divers pays, la question de la combustion de la fumée a été posée pour les usines à feu situées près des villes; des solutions ont été proposées, basées, pour la plupart, sur l'emploi de systèmes de grilles plus ou moins fumivores; mais malheureusement leurs applications restreintes, et les règlements de police qui ont voulu les imposer, tombés pour la plupart en désuétude, prouvent, ou que l'efficacité de ces procédés est contestable ou qu'ils présentent des objections sérieuses au point de vue économique.

L'Académie a donc cru devoir laisser toute sa généralité à la question posée, qui a pour but la recherche des moyens de faire disparaître ou du moins d'atténuer sérieusement la gêne et les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des cheminées des machines à feu :

1° Sur les chemins de fer;

2° Sur les bâtiments à vapeur;

3° Dans les villes.

L'Académie prévoit que les moyens proposés à cet effet pourront différer pour l'une ou l'autre des trois grandes divisions précitées; mais une solution satisfaisante, même applicable à un seul de ces trois cas, donnerait, s'il y a lieu, des titres à l'obtention du prix, qui consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant

le 1[er] juin 1880. Ils porteront une épigraphe ou devise répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

La médaille fondée par Jérôme de Lalande, pour être accordée *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile au progrès de l'Astronomie, sera décernée dans la prochaine séance publique.

Ce prix consiste en une médaille d'or de la valeur de *cinq cent quarante francs.*

PRIX DAMOISEAU.

Question proposée pour 1869, remise à 1872, à 1876, à 1877, à 1879, puis enfin à 1882.

Un Décret a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par M[me] la Baronne de Damoiseau, d'une somme de *vingt mille francs,* « dont le revenu est destiné à former le montant d'un *prix annuel* », qui recevra la dénomination de *Prix Damoiseau.* Ce prix, quand l'Académie le juge utile aux progrès de la Science, peut être converti en *prix triennal* sur une question proposée.

L'Académie rappelle qu'elle maintient au concours pour sujet du prix Damoiseau à décerner en 1882 la question suivante :

« *Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en*
» *déduire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit*
» *une détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin construire des*
» *Tables particulières pour chaque satellite.* »

Elle invite les concurrents à donner une attention particulière à l'une des conditions du prix, celle qui est relative à la détermination de la vitesse de la lumière.

Le prix sera une médaille de la valeur de *dix mille francs.*

Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1[er] juin 1882.

PRIX VALZ.

Mme Veuve Valz, par acte authentique en date du 17 juin 1874, a fait don à l'Académie d'une somme de *dix mille francs*, destinée à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les ans*, à des travaux sur l'Astronomie, conformément au prix Lalande.

L'Académie a été autorisée à accepter cette donation par décret en date du 29 janvier 1875.

Elle propose de décerner le prix Valz de l'année 1880 à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PHYSIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

Concours prorogé de 1872 à 1875, puis à 1878, enfin à 1880.

L'Académie avait proposé pour sujet d'un grand prix à décerner en 1878 la question suivante :

« *Etude de l'élasticité des corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique.* »

Aucun Mémoire n'ayant été envoyé au Secrétariat, l'Académie modifie l'énoncé de la question ainsi qu'il suit :

« *Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique.* »

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin 1880 ; ils porteront une épigraphe ou devise répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

PRIX L. LACAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, M. Louis Lacaze, docteur-médecin à Paris, a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel-
» lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs*
» *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences*, en priant ce corps savant
» de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon
» décès, un prix de *dix mille francs* (10 000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage
» qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers
» pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la
» somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à *l'Aca-*
» *démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie*, que je
» maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-*
» *mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle,
» libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux
» autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour
» le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de
» *Physiologie*, distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. Les étrangers pourront
» concourir. Ces sommes ne seront pas partageables, et seront données
» en totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes. Je provoque ainsi,
» par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut-
» être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-
» penses par *l'Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour
» ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde
» entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils
» seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de
» France. »

Un Décret en date du 27 décembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation; en conséquence, elle décernera, dans sa séance publique de l'année 1881, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages

ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*.

PRIX VAILLANT.

Concours prorogé de 1879 à 1880.

M. le Maréchal Vaillant, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *quarante mille francs*, destinée à fonder un prix qui sera décerné soit annuellement, soit à de plus longs intervalles. « Je » n'indique aucun sujet pour le prix, dit M. le Maréchal Vaillant, ayant » toujours pensé laisser une grande société comme l'Académie des Sciences » appréciatrice suprême de ce qu'il y avait de mieux à faire avec les » fonds mis à sa disposition. »

L'Académie, autorisée par Décret du 7 avril 1873 à accepter ce legs, a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle maintient au concours, pour sujet du prix qu'elle décernera, s'il y a lieu, en 1880, la question suivante :

Perfectionner en quelque point important la télégraphie phonétique.

Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

Parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, au jugement de l'Académie, contiendra les recherches les plus utiles sera couronné dans la prochaine séance publique. On considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à la connaissance de l'Académie.

Le prix consiste en une médaille de la valeur de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, M. le Dr Jecker a fait à l'Académie un legs destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique.*

A la suite d'une transaction intervenue entre elle et les héritiers Jecker, l'Académie avait dû fixer à *cinq mille francs* la valeur de ce prix jusqu'au moment où les reliquats tenus en réserve lui permettraient d'en rétablir la quotité, conformément aux intentions du testateur.

Ce résultat étant obtenu depuis 1877, l'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker, porté à la somme de *dix mille francs*, aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique.*

PRIX L. LACAZE.

Voir page 452.

GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

Question proposée pour l'année 1881.

« *Étude géologique approfondie d'une région de la France.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires, imprimés ou manuscrits, devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin 1881.

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1880.

« *Étude approfondie d'une question relative à la géologie de la France.* »

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs.*

Les travaux, imprimés ou manuscrits, destinés au concours devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1880.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs*, destinée à la fondation d'un *prix annuel* « pour celui qui fera une découverte pré-» cieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans » la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

PRIX ALHUMBERT,

PHYSIOLOGIE DES CHAMPIGNONS.

Question proposée pour 1876, prorogée à 1878, prorogée de nouveau, après modification, à 1880, et remise à 1881.

Après avoir proposé sans succès pour 1876 et 1878 l'*étude du mode de nutrition des Champignons*, l'Académie, élargissant aujourd'hui le cadre de la question, admettra à concourir, en 1881, tout Mémoire qui éclaircira quelque point important de la *Physiologie des Champignons*.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *deux mille cinq cents francs*.

Les Ouvrages ou Mémoires, manuscrits ou imprimés, en français ou en latin, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1881.

PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament, en date du 14 avril 1855, M. Desmazières a légué à l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs*, devant être converti en rentes *trois pour cent*, et servir à fonder un *prix annuel* pour être décerné « à l'auteur, français ou étranger, du meilleur » ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur » tout ou partie de la Cryptogamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

Le prix est une médaille de la valeur de *seize cents francs*.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

M. de La Fons Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs*, qui devra être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous* » *les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique sur le nord de la France*, » c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes,* » *de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

L'Académie décernera ce prix, qui consiste en une médaille de la valeur de *neuf cents francs*, dans sa séance publique de l'année 1880, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), » ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 459.)

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1879 et prorogée à 1881.

L'Académie propose, pour sujet du prix Bordin qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1881, la question suivante :

« *Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence* » *qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racines, tige,* » *feuilles), étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans* » *l'eau, et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air.*

» *Expliquer par des expériences directes les formes spéciales de quelques espèces* » *de la flore maritime.* »

L'Académie désirerait que la question fût traitée dans sa généralité, mais elle pourrait couronner un travail sur l'un des points qu'elle vient d'indiquer, à la condition que l'auteur apporterait des vues à la fois nouvelles et précises, fondées sur des observations personnelles.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, rédigés en français ou en latin, devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1881.

Le prix est de la valeur de *trois mille francs.*

PRIX BORDIN.

Question proposée pour l'année 1881.

« *Étude comparative de la structure et du développement du liège, et en général du système tégumentaire, dans la racine.* »

Grâce à de nombreux et importants travaux, l'étude comparative de la structure et des divers modes de développement de l'appareil tégumentaire, et en particulier du liège, est aujourd'hui assez bien connue dans la tige.

L'Académie demande qu'un pareil travail soit réalisé pour la racine, où la coiffe, première née de ces formations protectrices, est déjà bien connue. En comblant cette lacune, cette étude viendra compléter la connaissance anatomique de la racine, en même temps qu'elle fournira de nombreux points de comparaison avec les formations analogues de la tige.

Le prix sera une médaille de *trois mille francs.* Les Mémoires, écrits en français ou en latin, seront reçus jusqu'au 1er juin 1881; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

AGRICULTURE.

PRIX MOROGUES.

M. le baron B. de Morogues a légué, par son testament en date du 25 octobre 1834, une somme de *dix mille francs,* placée en rentes sur l'État, pour

faire l'objet d'un prix à décerner *tous les cinq ans*, alternativement : par l'Académie des Sciences, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France*, et par l'Académie des Sciences morales et politiques, au *meilleur Ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier*.

L'Académie décernera ce prix en 1883. Les Ouvrages, *imprimés et écrits en français*, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget).

Concours prorogé de 1876 à 1878, puis à 1880.

La question proposée est la suivante :

« *Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.* »

Dans cette étude, il faudra tenir compte des profondeurs, de la nature des fonds, de la direction des courants et des autres circonstances qui paraissent devoir influer sur le mode de répartition des espèces marines. Il serait intéressant de comparer sous ce rapport la faune des côtes de la Manche, de l'Océan et de la Méditerranée, en avançant le plus loin possible en pleine mer; mais l'Académie n'exclurait pas du Concours un travail approfondi qui n'aurait pour objet que l'une de ces trois régions.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin 1880.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget).

Question proposée pour l'année 1877, remise à l'année 1879 et prorogée à 1881.

« *Etude comparative de l'organisation intérieure des divers Crustacés* » *édriophthalmes qui habitent les mers d'Europe.* »

L'anatomie des Crustacés podophthalmaires a été l'objet de recherches nombreuses; mais on ne connaît que très incomplètement la structure intérieure des Édriophthalmes. L'Académie demande une étude approfondie des principaux appareils physiologiques dans les divers genres d'Amphipodes, de Lamodipodes et d'Isopodes qui habitent les mers d'Europe. Les concurrents devront porter principalement leur attention sur le système nerveux, le système circulatoire, l'appareil digestif et les organes de la génération. Les descriptions devront être accompagnées de figures.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les ouvrages présentés au concours pourront être manuscrits ou imprimés et devront être déposés au Secrétariat avant le 1er juin 1881.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

Un Décret, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mlle Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je » lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoolo- » gie, *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savi- » gny, ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, » pour l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider » les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs*, pour fonder un *prix annuel* à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe. »

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames

cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 456.)

PRIX DA GAMA MACHADO.

Par un testament en date du 12 mars 1852, M. le commandeur J. da Gama Machado a légué à l'Académie des Sciences une somme de *vingt mille francs,* réduite à *dix mille francs,* pour la fondation d'un prix qui doit porter son nom.

Un Décret du 19 juillet 1878 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie, conformément aux intentions exprimées par le testateur, décernera, *tous les trois ans*, à partir de l'année 1882, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix consistera en une médaille de *douze cents francs.*

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1882.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON, MÉDECINE ET CHIRURGIE.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances du 29 juillet 1821, du 2 juin 1825 et du 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir,* et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre.*

L'Académie a jugé nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son

travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur les questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau (1) ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la science sur la

(1) Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état » actuel de la science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com- » position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert » au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magnétiques » ou autres; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répandus en » nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des causes de cette » cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, à re- » connaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aperçoit dans » l'eau en se servant des instruments microscopiques que la science met à la disposition de » ceux qui se livrent à cette étude.

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué comme je l'ai expliqué » plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que » l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait avancer la » science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, soit en don- » nant de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide, soit en trou- » vant un procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui jusqu'à présent ont » échappé à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou une des causes de la » maladie. »

question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra :

« *Trouver une médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense*
» *majorité des cas;* »

Ou

« *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de façon*
» *qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie;* »

Ou enfin

« *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est, par exem-*
» *ple, celle de la vaccine pour la variole.* »

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

Par un testament, en date du 4 septembre 1862, M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent,* pour fonder un prix qui, *chaque année*, sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé.

» Dans le cas où, une année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté
» au prix de l'année suivante. »

En conséquence, l'Académie annonce que le prix Godard sera décerné, chaque année, dans sa séance publique, au travail qui remplira les conditions prescrites par le testateur.

PRIX SERRES.

M. Serres, membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *soixante mille francs,* pour l'institution d'un *prix triennal « sur » l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et » à la Médecine ».*

Un décret en date du 19 août 1868 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle décernera un prix de la valeur de *sept mille cinq cents francs,* dans sa séance publique de l'année 1881, au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1881.

PRIX CHAUSSIER.

M. Chaussier a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 19 mai 1863, « une inscription de rente de *deux mille cinq cents francs* par an, que l'on accumulera pendant *quatre ans* pour donner un prix sur le meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique. »

Un décret, en date du 7 juillet 1869, a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs,* dans sa séance publique de l'année 1883, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1883.

PRIX DUSGATE.

M. Dusgate, par testament en date du 11 janvier 1872, a légué à l'Académie des Sciences *cinq cents francs* de rentes françaises *trois pour cent* sur l'État, pour, avec les arrérages annuels, fonder un *prix* de *deux mille cinq cents francs,* à délivrer *tous les cinq ans* à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Un Décret du 27 novembre 1874 a autorisé l'Académie à accepter

ce legs; en conséquence elle décernera le prix Dusgate, pour la première fois, dans sa séance publique de l'année 1880.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin.

PRIX BOUDET.

Par un acte en date du 5 juillet 1878, Mme Veuve Boudet et ses fils ont fait donation à l'Académie des Sciences d'une somme de *six mille francs*, dont l'emploi, conformément aux intentions exprimées par feu M. Félix Boudet, Membre de l'Académie de Médecine, aura lieu de la manière suivante:

« Les travaux de M. Pasteur, dit M. Boudet, ont ouvert à la Médecine » des voies nouvelles. Un prix de *six mille francs* sera décerné en 1880, par » l'Académie des Sciences, à celui qui aura fait de ces travaux l'applica- » tion la plus utile à l'art de guérir. »

Un Décret en date du 7 janvier 1879 a autorisé l'Académie à accepter cette donation; en conséquence, elle décernera le prix Boudet, en 1880, s'il y a lieu, à l'auteur dont les travaux *sur l'influence pathogénique des organismes inférieurs* auront paru dignes de cette distinction.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1880.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

Par un testament en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au Programme donné par une Commission nommée à cet effet.

L'Académie propose, en conséquence, pour sujet du prix Gay, qu'elle décernera pour la première fois dans sa séance publique de l'année 1880, la question suivante :

« *Étudier les mouvements d'exhaussement et d'abaissement qui se sont pro-*
» *duits sur le littoral océanique de la France, de Dunkerque à la Bidassoa,*
» *depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours;*

» *Rattacher à ces mouvements les faits de même nature qui ont pu être con-*
» *statés dans l'intérieur des terres;*

» *Grouper et discuter les renseignements historiques en les contrôlant par une*
» *étude faite sur les lieux;*

» *Rechercher entre autres, avec soin, tous les repères qui auraient pu être*
» *placés à diverses époques, de manière à contrôler les mouvements passés et*
» *servir à déterminer les mouvements de l'avenir.* »

Les Mémoires seront reçus jusqu'au 1er juin 1880.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON, PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

M. de Montyon ayant offert une somme à l'Académie des Sciences, avec l'intention que le revenu en fût affecté à un prix de Physiologie expérimentale à décerner *chaque année*, et le Gouvernement ayant autorisé cette fondation, l'Académie annonce qu'elle adjugera une médaille de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra avoir le plus contribué aux progrès de la Physiologie expérimentale.

PRIX L. LACAZE.

Voir page 452.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX MONTYON, ARTS INSALUBRES.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances du 29 juillet 1821, du 2 juin 1825 et du 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes

qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie a jugé nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au Concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *prix Cuvier*, et qui serait décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie, et le Gouvernement ayant autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839, l'Académie annonce qu'elle décernera, dans sa séance publique de 1882, le prix Cuvier à l'Ouvrage qui sera jugé le plus remarquable entre tous ceux qui auront paru depuis le 1er janvier 1880 jusqu'au 31 décembre 1882, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Ce prix consistera en une médaille de la valeur de *quinze cents francs*.

PRIX TRÉMONT.

M. le baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme *annuelle* de *onze cents francs*, pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

Un décret, en date du 8 septembre 1856, a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique de l'année 1880, elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout « savant, ingénieur, artiste ou mécanicien » qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

M. Jean-Louis Gegner, par testament en date du 12 mai 1868, a légué à l'Académie des Sciences « un nombre d'obligations suffisant pour former le capital d'un revenu *annuel* de *quatre mille francs,* destiné à soutenir un savant pauvre qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des sciences positives ».

L'Académie des Sciences a été autorisée, par décret en date du 2 octobre 1869, à accepter cette fondation.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Par un testament en date du 17 août 1872, Mme Veuve Delalande-Guérineau a légué à l'Académie des Sciences une somme réduite à *dix mille cinq francs,* pour la fondation d'un prix à décerner *tous les deux ans « au voyageur » français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à » la France ou à la Science ».*

Un Décret en date du 25 octobre 1873 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera, en conséquence, le prix Delalande-Guérineau dans sa séance publique de l'année 1880.

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX JEAN REYNAUD.

Mme veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a, par acte en date du 23 décembre 1878, fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs,* destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque

classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du Concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun » Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera » délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

Un Décret en date du 25 mars 1879 a autorisé l'Institut à accepter cette généreuse donation. En conséquence, l'Académie des Sciences annonce qu'elle décernera le prix Jean Reynaud, pour la première fois, dans sa séance publique de l'année 1881.

PRIX JÉROME PONTI.

M. le chevalier André Ponti, désirant perpétuer le souvenir de son frère Jérôme Ponti, a fait donation, par acte notarié du 11 janvier 1879, d'une somme de *soixante mille lires* italiennes, dont les intérêts devront être employés par l'Académie « selon qu'elle le jugera le plus à propos pour encourager les Sciences et aider à leurs progrès ».

Un Décret en date du 15 avril 1879 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter cette donation; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera le prix Jérôme Ponti, tous les deux ans, à partir de l'année 1882.

Le prix, de la valeur de *trois mille cinq cents francs*, sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

PRIX FONDÉ PAR MME LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

CONDITIONS COMMUNES AUX CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux Concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des Concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer à MM. les Concurrents, pour les prix relatifs à la Médecine et aux Arts insalubres :

1° Qu'ils ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie, ou à rendre un art moins insalubre;

2° Que les pièces adressées pour le Concours n'auront droit aux prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*, ou une application bien constatée;

3° Que l'auteur doit indiquer, par une analyse succincte, la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée, et que, faute de cette indication, sa pièce ne sera point admise. Cette analyse doit être en double copie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements* ou des *mentions*, n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **J. Bertrand** lit l'Éloge historique de M. **Marie-François-Eugène Belgrand**, Académicien libre.

D. et J. B.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 1er MARS 1880.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1879.

TABLEAU DES PRIX PROPOSÉS

pour les années 1880, 1881, 1882 *et* 1883.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1880, 1881, 1882 ET 1883.

1880

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Perfectionner en quelque point important la théorie des équations différentielles linéaires à une seule variable indépendante.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

PRIX MONTYON. — Mécanique.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement le plus important, relatif à la construction ou à la théorie d'une ou plusieurs machines hydrauliques, motrices ou autres.

PRIX BORDIN. — Trouver le moyen de faire disparaître ou au moins d'atténuer sérieusement la gêne et les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des cheminées sur les chemins de fer, sur les bâtiments à vapeur, ainsi que dans les villes, à proximité des usines à feu.

PRIX LALANDE. — Astronomie.

PRIX VALZ. — Astronomie.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique.

PRIX VAILLANT. — Perfectionner en quelque point important la télégraphie phonétique.

PRIX MONTYON. — Statistique.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

PRIX BORDIN. — Étude approfondie d'une question relative à la géologie de la France.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ. — Décerné au meilleur ouvrage de Botanique sur le nord de la France.

PRIX THORE. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe, et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.

PRIX SAVIGNY, fondé par M[lle] Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX DUSGATE. — Décerné à l'auteur du meilleur ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PRIX BOUDET. — Décerné à celui qui aura fait des travaux de M. Pasteur l'application la plus utile à l'art de guérir.

PRIX GAY. — Étudier les mouvements d'exhaussement et d'abaissement qui se sont produits sur le littoral océanique de la France, de Dunkerque à la Bidassoa, depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours. Rattacher à ces mouvements les faits de même nature qui ont pu être constatés dans l'intérieur des terres. Grouper et discuter les renseignements historiques en les contrôlant par une étude faite sur les lieux. Rechercher, entre autres, avec soin, tous les repères qui auraient pu être placés, à diverses époques, de manière à contrôler les mouvements passés et servir à déterminer les mouvements de l'avenir.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.

PRIX MONTYON. — Arts insalubres.

PRIX TRÉMONT. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

PRIX GEGNER. — Destiné à soutenir un savant

qui se sera signalé par des travaux sérieux, poursuivis en faveur du progrès des sciences positives.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU. — Décerné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

PRIX LAPLACE. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

1881

PRIX FOURNEYRON. — Décerné au meilleur Mémoire ayant pour objet la construction d'une machine motrice propre au service de la traction sur les tramways.

PRIX L. LACAZE. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Physique.

PRIX L. LACAZE. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Chimie.

PRIX L. LACAZE. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur la Physiologie.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étude géologique approfondie d'une région de la France.

PRIX ALHUMBERT. — Physiologie des champignons.

PRIX BORDIN. — Faire connaître, par des observations directes et des expériences, l'influence qu'exerce le milieu sur la structure des organes végétatifs (racines, tiges, feuilles), étudier les variations que subissent les plantes terrestres élevées dans l'eau, et celles qu'éprouvent les plantes aquatiques forcées de vivre dans l'air. Expliquer par des expériences directes les formes spéciales de quelques espèces de la flore maritime.

PRIX BORDIN. — Étude comparative de la structure et du développement du liège, et en général du système tégumentaire, dans la racine.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étude comparative de l'organisation intérieure des divers Crustacés édriophthalmes qui habitent les mers d'Europe.

PRIX SERRES. — Sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

PRIX JEAN REYNAUD. — Décerné au travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

1882

PRIX DALMONT. — Décerné aux ingénieurs des Ponts et Chaussées qui auront présenté à l'Académie le meilleur travail ressortissant à l'une de ses Sections.

PRIX DAMOISEAU. — Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en déduire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit une détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin construire des Tables particulières pour chaque satellite.

PRIX DA GAMA MACHADO. — Décerné au meilleur Mémoire sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

PRIX CUVIER. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

PRIX JÉROME PONTI. — Décerné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

1883

PRIX MOROGUES. — Décerné à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'Agriculture en France.

PRIX CHAUSSIER. — Décerné à des travaux importants de Médecine légale ou de Médecine pratique.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 FÉVRIER 1880.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. XCV. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4°.

Catalogue des brevets d'invention (année 1879); juin, juillet, août. Paris, J. Tremblay, 1879; 6 livr. in-8°.

De l'influence de l'attitude des membres sur leurs articulations; par le Dr E. MASSE. Montpellier, Coulet; Paris, V. A. Delahaye, 1880; in-4°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1880.)

Leçons cliniques sur les maladies des femmes; par T. GALLARD. Paris, J.-B. Baillière, 1879; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1880.)

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs; 5e série, t. III, 1878. Besançon, impr. Dodivers, 1879; in-8°.

Les oscillations polaires et les températures géologiques. Nouvelles considérations; par J. PÉROCHE. Paris, Germer-Baillière, 1880; in-8°. (Extrait des *Mémoires de la Société des Lettres, Sciences et Arts de Bar-le-Duc.*)

Notice sur Ernest Quetelet; par E. MAILLY. Bruxelles, F. Hayez, 1880; in-18.

Observations anatomico-physiologiques sur les insectes en général et en particulier sur le ver à soie du mûrier; par le Dr DE FILIPPI. Montpellier, C. Coulet, 1879; in-8°.

Des soieries et des vers à soie en Chine; par le P. J.-B. DU HALDE. Montpellier, C. Coulet, 1879; in-8°.

Société industrielle du nord de la France. Compte rendu des travaux de la Société; par M. B. CORENWINDER, Lille, impr. L. Danel, 1880; br. in-8°.

Report on the meteorology of Kerguelen island; by Rev. S. J. PERRY. London, 1879; in-4°. (Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

Verhandelingen van het Bataviaasch genootschap van kunsten en wetenschappen; deel XL. Batavia, W. Bruining, 1879; in-8°. (Deux exemplaires.)

Sveriges geologiska undersökning; ser. Aa. n°s 68-69, 71-72; ser. Ab, n°s 4-5; ser. C, n°s 31-32, 34-35. Stockholm, 1879; 11 livr. in-8° avec 4 cartes.

Sveriges geologiska undersökning; ser. C, n°s 29 et 33. Stockholm, 1879; 2 livr. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 MARS 1880.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ, VICE-PRÉSIDENT.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Maire de Chatillon-sur-Loing** (Loiret) informe l'Académie que, le Conseil municipal de Châtillon-sur-Loing ayant exprimé, à l'unanimité, le vœu qu'une statue fût élevée à A.-C. Becquerel sur une des places publiques de cette ville, où il est né, une souscription publique a été ouverte à cet effet.

Les concitoyens de M. Becquerel veulent consacrer, par l'érection de ce monument, le souvenir de la noble conduite du commandant du génie pendant la guerre d'Espagne et celui des immenses services que l'illustre académicien a rendus aux Sciences, par les travaux et les découvertes qui ont marqué pour toujours sa place dans l'histoire de l'électricité.

M. le Maire de Châtillon-sur-Loing s'adresse avec confiance à l'Académie des Sciences, juge naturel de l'importance de ces découvertes, pour en obtenir l'appui moral qu'il lui appartient de donner à la souscription publique provoquée par le Conseil municipal.

L'Académie accueille cette demande avec la plus vive sympathie, et décide qu'une liste sera ouverte au Secrétariat, où les souscriptions des Sociétés savantes et celles des personnes qui voudront s'associer aux honneurs rendus à la mémoire de notre vénérable confrère seront reçues avec reconnaissance.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome LXXXVIII des *Comptes rendus* (1er semestre 1879) est en distribution au Secrétariat.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques*. Note de M. **Hermite**.

« XXIV. Les fonctions doublement périodiques de seconde espèce avec un pôle simple, qu'on pourrait nommer *unipolaires*, donnent, comme nous l'avons vu, la solution découverte par Jacobi du problème de la rotation d'un corps autour d'un point fixe, lorsqu'il n'y a point de forces accélératrices. Ces mêmes quantités s'offrent encore dans une autre question mécanique importante, la recherche de la figure d'équilibre d'un ressort soumis à des forces quelconques, que je vais traiter succinctement. On sait que Binet a réussi le premier à ramener aux quadratures l'expression des coordonnées de l'élastique, dans le cas le plus général où la courbe est à double courbure (*Comptes rendus*, t. XVIII, p. 1115, et t. XIX, p. 1). Son analyse et ses résultats ont été immédiatement beaucoup simplifiés par Wantzel ([1]), et j'adopterai la marche de l'éminent géomètre en me proposant de conduire la question à son terme et d'obtenir explicitement les coordonnées de la courbe en fonction de l'arc. Mais d'abord je crois devoir considérer le cas particulier où l'élastique est supposée plane et où l'on a, en désignant l'arc par s (*Mécanique* de Poisson, t. I, p. 598),

$$ds = \frac{2c^2\,dx}{\sqrt{4c^4 - (2ax - x^2)^2}}, \quad dy = \frac{(2ax - x^2)\,dx}{\sqrt{4c^4 - (2ax - x^2)^2}}.$$

» Soit alors

$$x = a - \sqrt{2c^2 + a^2}\sqrt{1 - X^2}, \quad k^2 = \frac{1}{2} + \frac{a^2}{4c^2},$$

on obtient facilement

$$ds = \frac{c\,dX}{\sqrt{(1 - X^2)(1 - k^2X^2)}},$$

de sorte qu'on peut prendre $X = \operatorname{sn}\left(\frac{s - s_0}{c}\right)$, s_0 étant une constante arbitraire. Mais il est préférable de faire $X = \operatorname{sn}\left(\frac{s - s_0}{c} + K\right)$; nous parvien-

---

([1]) Wantzel, enlevé à la Science par une mort prématurée à l'âge de trente-sept ans, en 1849, a laissé d'excellents travaux, parmi lesquels un Mémoire extrêmement remarquable sur les nombres incommensurables, publié dans le *Journal de l'École Polytechnique* (t. XV, p. 151), et une Note sur l'intégration des équations de la courbe élastique à double courbure (*Comptes rendus*, t. XVIII, p. 1197).

drons ainsi à des expressions mieux appropriées au cas important qui a été considéré par Poisson, où c est supposé une ligne dont la longueur est très grande par rapport à a, s et x. En premier lieu, les formules

$$\operatorname{cn}(z+K) = -k'\frac{\operatorname{sn} z}{\operatorname{dn} z}, \quad k^2 = \frac{1}{2} - \frac{a^2}{4c^2}$$

donnent, pour l'abscisse,

$$x = a + \frac{\sqrt{4c^4 - a^4}}{2c}\,\frac{\operatorname{sn}\left(\frac{s-s_0}{c}\right)}{\operatorname{dn}\left(\frac{s-s_0}{c}\right)}.$$

» La valeur de l'ordonnée, à savoir

$$2c^2 y = \int (2ax - x^2)\,ds = \int \left[a^2 - (2c^2 + a^2)\operatorname{cn}^2\left(\frac{s-s_0}{c} + K\right)\right] ds,$$

s'obtient ensuite immédiatement en employant la relation

$$\int_0^z k^2 \operatorname{cn}^2(z+K)\,dz = k^2 z + D_z \log \operatorname{Al}(z)_3.$$

» Or ces formules conduisent comme il suit aux développements de x et y suivant les puissances décroissantes de c. J'emploie à cet effet la série

$$\frac{\operatorname{sn} z}{\operatorname{dn} z} = z + \frac{k^2 - k'^2}{6} z^3 + \frac{1 - 16 k^2 k'^2}{120} z^5 + \ldots,$$

et je remarque qu'en désignant par $F_n(k)$ le coefficient de z^{2n+1}, qui est un polynôme de degré n en k^2, on a la relation suivante :

$$F_n(k') = (-1)^n F_n(k).$$

Nous en concluons facilement pour n pair l'expression

$$F_n(k) = \alpha_0 + \alpha_1 (kk')^2 + \alpha_2 (kk')^4 + \ldots + \alpha_{\frac{1}{2}n} (kk')^n,$$

et pour n impair,

$$F_n(k) = (k^2 - k'^2)\left[\beta_0 + \beta_1 (kk')^2 + \ldots + \beta_{\frac{n-1}{2}} (kk')^{\frac{n-1}{2}}\right].$$

Cela étant, les formules

$$k^2 k'^2 = \frac{1}{4} - \frac{a^4}{16c^4} \quad \text{et} \quad k^2 - k'^2 = \frac{a^2}{2c^2}$$

montrent que le terme général $F_n(k) z^{2n+1}$, qui est de l'ordre $\frac{1}{c^{2n+1}}$, lors-

qu'on remplace z par $\frac{s-s_0}{c}$, devient, si l'on suppose n impair, de l'ordre $\frac{1}{c^{2n+3}}$. Nous pourrons donc écrire, en négligeant $\frac{1}{c^8}$ dans la parenthèse,

$$x = a + \frac{\sqrt{4c^4 - a^4}}{2c^2}\left[s - c + \frac{a^2(s-c)^3}{12c^4} - \frac{(s-c)^5}{40c^4}\right].$$

Remplaçons enfin le facteur $\frac{\sqrt{4c^4-a^4}}{2c^2}$ par $1 - \frac{a^4}{8c^4}$, et prenons $s_0 = a$; il viendra, avec le même ordre d'approximation,

$$x = s - \frac{s-a}{120c^4}[3(s-a)^4 - 10a^2(s-a)^2 + 15a^4].$$

Le développement de c^2y résulte ensuite de l'équation

$$\int_0^z k^2 \operatorname{cn}^2(z+K)dz = \frac{k^2k'^2}{3}z^3 + \frac{k^2k'^2(k^2-k'^2)}{3.5}z^5 + \frac{k^2k'^2(2-17k^2k'^2)}{3.5.7}z^7 + \dots;$$

mettant $\frac{s-a}{c}$ au lieu de z et déterminant la constante amenée par l'intégration de manière qu'on ait $y = 0$ pour $s = a$, on en tire, par un calcul facile,

$$2c^2y = as^2 - s^3 + \frac{(s-a)^3}{420c^4}[9(s-a)^4 - 14a^2(s-a)^2 + 140a^4].$$

Le second membre, dans cette expression de l'ordonnée, est exact aux termes près de l'ordre $\frac{1}{c^8}$, comme la valeur trouvée pour l'abscisse.

» XXV. Les équations différentielles de l'élastique, dans le cas le plus général où la courbe est à double courbure, se ramènent par un choix convenable de coordonnées, comme l'a remarqué Wantzel, à la forme suivante,

$$y'z'' - y''z' = \alpha x' + \beta y,$$
$$z'x'' - z''x' = \alpha y' - \beta x,$$
$$x'y'' - x''y' = \alpha z' + \gamma,$$

où $x', y', z', x'', y'', z''$ désignent les dérivées par rapport à l'arc s de x, y, z et α, β, γ des constantes dont les deux premières sont essentiellement positives.

» Cela étant, j'observerai en premier lieu que, si on les ajoute après les avoir multipliées respectivement, d'abord par x', y', z', puis par x'', y'', z'', on obtient

$$\alpha(x'^2 + y'^2 + z'^2) + \beta(x'y - xy') + \gamma z' = 0,$$
$$\alpha(x'x'' + y'y'' + z'z'') + \beta(x''y - xy'') + \gamma z'' = 0.$$

Or la première de ces relations donne, par la différentiation,

$$2\alpha(x'x''+y'y''+z'z'')+\beta(x''y-xy'')+\gamma z''=0;$$

nous avons donc

$$x'x''+y'y''+z'z''=0,$$

d'où

$$x'^2+y'^2+z'^2=\text{const.},$$

et l'on voit que, en prenant la constante égale à l'unité, on satisfera à la condition que l'arc s soit, comme on l'a admis, la variable indépendante.

» Cela posé, et après avoir écrit les équations précédentes de cette manière,

$$\beta(xy'-x'y)=\gamma z'+\alpha,\quad \beta(xy''-x''y)=\gamma z'',$$

j'en déduis

$$\beta[(xy'-x'y)z''-(xy''-x''y)z']=\alpha z'';$$

mais le premier membre, étant écrit ainsi,

$$\beta[(y'z''-y''z')x+(z'x''-z''x')y],$$

se réduit à

$$\beta[(\alpha x'+\beta y)x+(\alpha y'-\beta x)y]=\alpha\beta(xx'+yy'),$$

de sorte que nous avons

$$\beta(xx'+yy')=z'',$$

puis par l'intégration, en désignant par δ une constante arbitraire,

$$\beta(x^2+y^2)=2(z'-\delta).$$

» Soit maintenant $z'=\zeta$; nous remplacerons le système des équations à intégrer par celles-ci :

$$\beta(x^2+y^2)=2(\zeta-\delta),$$
$$\beta(xx'+yy')=\zeta',$$
$$x'^2+y'^2=1-\zeta^2,$$
$$\beta(xy'-x'y)=\gamma\zeta+\alpha.$$

Or l'identité

$$(x^2+y^2)(x'^2+y'^2)=(xx'+yy')^2+(xy'-x'y)^2$$

donne en premier lieu

$$\zeta'^2=2\beta(\zeta-\delta)(1-\zeta^2)-(\gamma\zeta+\alpha)^2,$$

et l'on trouve ensuite facilement

$$\frac{x'+iy'}{x+iy}=\frac{\zeta'+i(\gamma\zeta+\alpha)}{2(\zeta-\delta)};$$

ces résultats obtenus, les expressions des coordonnées en fonction de l'arc s'en déduisent comme il suit.

» Soient a, b, c les racines de l'équation

$$2\beta(\zeta-\delta)(1-\zeta^2)-(\gamma\zeta+\alpha)^2=0,$$

de sorte qu'on ait

$$\zeta'^2=-2\beta(\zeta-a)(\zeta-b)(\zeta-c).$$

Désignons aussi par ζ_0 une des valeurs de ζ, qu'on doit, d'après la condition $x'^2+y'^2+\zeta^2=1$, supposer comprise entre $+1$ et -1. Le facteur β étant positif, comme nous l'avons dit, le polynôme $2\beta(\zeta-a)(\zeta-b)(\zeta-c)$ sera négatif en faisant $\zeta=\zeta_0$. Mais il prend pour $\zeta=+1$ et $\zeta=-1$ les valeurs positives $(\gamma+\alpha)^2$ et $(\gamma-\alpha)^2$; par conséquent, les racines a, b, c sont réelles, et, si on les suppose rangées par ordre décroissant de grandeur, a sera compris entre $+1$ et ζ_0, b entre ζ_0 et -1, et c entre -1 et $-\infty$. Remarquons aussi que, ayant pour $z=\zeta$ un résultat positif, il est nécessaire que cette constante δ soit supérieure à a ou comprise entre b et c. Mais la relation $x^2+y^2=2(\zeta-\delta)$ montre que la seconde hypothèse est seule possible, car dans la première x^2+y^2 serait négatif. Cela posé, puisque ζ a pour limites a et b, nous ferons

$$\zeta=a-(a-b)\text{U}^2;$$

soit encore

$$k^2=\frac{a-b}{a-c},\quad k'^2=\frac{b-c}{a-c},$$

on aura

$$(\zeta-a)(\zeta-b)(\zeta-c)=-(a-b)^2(a-c)\text{U}^2(1-\text{U}^2)(1-k^2\text{U}^2),$$

et de l'équation

$$\zeta'^2=-2\beta(\zeta-a)(\zeta-b)(\zeta-b)$$

nous conclurons

$$\text{U}'^2=\frac{(a-c)\beta}{2}(1-\text{U}^2)(1-k^2\text{U}^2).$$

» Faisons donc $n=\sqrt{\frac{(a-c)\beta}{2}}$; puis, en désignant par s_0 une constante $u=n(s-s_0)$, on aura

$$\text{U}=\operatorname{sn}u,\quad \zeta=a-(a-b)\operatorname{sn}^2u,$$

et par conséquent

$$n(z-z_0)=\int_0^u \zeta\, du=\left[a-(a-c)\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}}\right]u+(a-c)\frac{\Theta'(u)}{\Theta(u)},$$

z_0 étant la valeur arbitraire de z pour $u=0$. »

MÉCANIQUE. — *De la compensation des températures dans les chronomètres.* Note de M. **Phillips**.

« La présente Note se rapporte principalement à cette perturbation connue sous le nom d'*erreur secondaire de la compensation* et signalée dans les termes suivants dans une brochure publiée en 1842 par M. Dent, célèbre horloger anglais : « Un fait curieux a été dégagé et a préoccupé » ceux qui se livrent à la fabrication de ces instruments : c'est qu'un » chronomètre construit d'après le mode généralement reçu, s'il est réglé » pour une température moyenne, retarde aux extrêmes, et inversement, » s'il est réglé aux extrêmes, avance à la température moyenne. » Dans un travail inséré dans le 11e Cahier du *Bulletin du Dépôt des Cartes et Plans de la Marine,* et couronné par l'Académie, M. Caspari confirme ce fait, résultant de très nombreuses observations. Il estime, en moyenne, à au moins deux secondes par vingt-quatre heures cette perturbation à 15° pour des marches égales à 0° et 30°, et à au moins quatre secondes par vingt-quatre heures cette perturbation à 0° ou 30° pour des marches égales à 15° et 30° ou égales à 0° et 15°. Nombre de dispositions, connues sous le nom de *compensations additionnelles,* ont été imaginées pour combattre ce grave inconvénient; mais, à part certains succès isolés ou accidentels, la solution complète et générale de cette question n'a pas encore été obtenue.

» Concevons un chronomètre dont le balancier comprend un nombre quelconque de lames bimétalliques, formées chacune de deux corps métalliques quelconques et dont la construction est d'ailleurs quelconque, sauf que, à la température moyenne, chacune de ces lames est circulaire ou rectiligne. Nous supposerons expressément, dans tout ce qui suivra, que, pour chacune de ces lames, les épaisseurs des deux lames partielles sont en raison inverse des racines carrées des coefficients d'élasticité correspondants.

» Convenons de compter les températures à partir de la température

moyenne. Le spiral étant supposé isochrone, on a, pour cette température,

$$(1) \qquad T = \pi\sqrt{\frac{A}{k}},$$

où T est la durée d'une oscillation simple, A le moment d'inertie du balancier et k le moment total des forces exercées par le spiral sur le balancier pour un écart angulaire de celui-ci égal à l'unité.

» A une autre température et le spiral étant supposé encore isochrone, on a de même

$$(2) \qquad T + \Delta T = \pi\sqrt{\frac{A + \Delta A}{k + \Delta k}} = \pi\sqrt{\frac{A}{k}}\sqrt{\frac{1 + \frac{\Delta A}{A}}{1 + \frac{\Delta k}{k}}}.$$

» On a donc

$$(3) \qquad \frac{\Delta T}{T} = \left(1 + \frac{\Delta A}{A}\right)^{\frac{1}{2}}\left(1 + \frac{\Delta k}{k}\right)^{-\frac{1}{2}} - 1$$

ou

$$(4) \qquad \frac{\Delta T}{T} = \left[1 + F\left(\frac{\Delta A}{A}\right)\right]\left[1 + f\left(\frac{\Delta k}{k}\right)\right] - 1,$$

en désignant par $F\left(\frac{\Delta A}{A}\right)$ une série convergente ordonnée suivant les puissances croissantes de $\frac{\Delta A}{A}$ et nulle pour $\frac{\Delta A}{A} = 0$, et par $f\left(\frac{\Delta k}{k}\right)$ une série convergente ordonnée suivant les puissances croissantes de $\frac{\Delta k}{k}$ et nulle pour $\frac{\Delta k}{k} = 0$.

» Soient $T + \Delta\tau$ la durée d'une oscillation simple, le spiral variant seul avec la température, c'est-à-dire A étant supposé constant et Δk le même que dans l'état réel quand la température varie, et $T + \Delta\tau'$ la durée d'une oscillation simple, le balancier variant seul avec la température, c'est-à-dire k étant supposé constant quand la température varie. L'équation (4) donne

$$(5) \qquad \frac{\Delta\tau}{T} = f\left(\frac{\Delta k}{k}\right)$$

et

$$(6) \qquad \frac{\Delta\tau'}{T} = F\left(\frac{\Delta A}{A}\right).$$

» L'équation (4) peut donc s'écrire

$$\frac{\Delta T}{T} = \left(1 + \frac{\Delta\tau}{T}\right)\left(1 + \frac{\Delta\tau'}{T}\right) - 1$$

ou

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta\tau}{T} + \frac{\Delta\tau'}{T} + \frac{\Delta\tau}{T}\,\frac{\Delta\tau'}{T}, \tag{7}$$

d'où cette conclusion : *La perturbation réelle est égale à la somme algébrique des perturbations dues au spiral seul et au balancier seul et du produit de ces deux perturbations.*

» Dans un important Mémoire sur le mouvement et la compensation des chronomètres, inséré dans le Tome VII des *Annales de l'Observatoire de Paris*, M. Yvon Villarceau a déterminé la déformation d'une lame bimétallique résultant d'un changement de température. A cet égard, il a donné deux formules générales qui, dans le cas particulier supposé où les épaisseurs des lames partielles sont en raison inverse des racines carrées de leurs coefficients d'élasticité, sont les suivantes :

$$\frac{1}{r} - \frac{1}{r_0} = \frac{3}{2e}(\gamma'' - \gamma')\theta \tag{8}$$

et

$$\varepsilon = \left(\frac{e'}{e}\gamma'' + \frac{e''}{e}\gamma'\right)\theta, \tag{9}$$

où θ est la température comptée à partir de la température moyenne;
e l'épaisseur totale de la lame bimétallique;
e' et e'' les épaisseurs respectives des lames partielles la moins et la plus dilatable;
γ' et γ'', respectivement, les premiers coefficients de dilatation linéaire des lames partielles la moins et la plus dilatable;
r_0 le rayon de la surface de séparation des lames partielles à la température moyenne;
r ce rayon à la température θ;
ε l'allongement proportionnel à la surface de séparation des lames partielles.

» Postérieurement au travail de M. Yvon Villarceau, M. Fizeau ayant déterminé, en outre des premiers coefficients de dilatation, les seconds coefficients de dilatation d'un grand nombre de corps, il était tout naturel de tenir compte de ces derniers dans la question qui nous occupe. C'est ce qui se fait sans difficulté, et l'on trouve ainsi, au lieu des formules (8) et (9),

les deux suivantes,

$$(10) \qquad \frac{1}{r} - \frac{1}{r_0} = \frac{3}{2e}[(\gamma'' - \gamma')\theta + (\delta'' - \delta')\theta^2]$$

et

$$(11) \qquad \varepsilon = \left(\frac{e'}{e}\gamma'' + \frac{e''}{e}\gamma'\right)\theta + \left(\frac{e'}{e}\delta'' + \frac{e''}{e}\delta'\right)\theta^2,$$

où δ' et δ'' sont respectivement les seconds coefficients de dilatation linéaire des lames partielles la moins et la plus dilatable.

» On voit que l'équation (11) est de la forme

$$(12) \qquad \varepsilon = \gamma_1\theta + \delta_1\theta^2,$$

γ_1 et δ_1 étant deux coefficients qui ne dépendent que de la nature des deux lames partielles.

» Les formules (8) à (12) ont été établies, il est vrai, sans tenir compte de la variation des coefficients d'élasticité de la lame avec la température, variation dont la loi est inconnue. Il y aurait donc encore, à ce sujet, un complément à introduire, dont l'expérience aurait à fournir les éléments. En tout cas, quoique cette variation ait été forcément négligée, l'expérience a déjà, comme on le verra plus loin, apporté certains faits à l'appui des conclusions finales de ce travail.

» L'équation (10) suppose, ainsi que c'est le cas ordinaire, que le rayon r varie en sens inverse de la température. Si ce rayon variait dans le même sens que la température, le signe de l'un quelconque des deux membres de cette équation devrait être changé. Dans le cas d'une lame bimétallique rectiligne, r_0 est infini et l'équation (10) doit être employée en prenant pour le sens positif de r celui qui a lieu pour une température supérieure à la moyenne.

» La perturbation $\frac{\Delta\tau}{T}$, due au spiral seul, qui est une fonction de la seule variable $\frac{\Delta k}{k}$, peut, en se limitant aux termes du second ordre par rapport à la température, se mettre sous la forme

$$(13) \qquad \frac{\Delta\tau}{T} = N\theta + N'\theta^2,$$

N et N' étant deux coefficients indépendants de la température et dépendant essentiellement de la nature et des dimensions du spiral.

» D'un autre côté, la perturbation $\frac{\Delta\tau'}{T}$, due au balancier seul, est une fonction de la seule variable $\frac{\Delta A}{A}$, et, d'après (6) et (3), on peut, en se limitant aux termes du second ordre par rapport à la température, écrire

$$(14)\qquad \frac{\Delta\tau'}{T} = \frac{1}{2}\frac{\Delta A}{A} - \frac{1}{8}\left(\frac{\Delta A}{A}\right)^2,$$

équation qui montre comment l'on peut obtenir $\frac{\Delta\tau'}{T}$ lorsqu'on a calculé $\frac{\Delta A}{A}$. »

CHIMIE. — *Stabilité chimique de la matière en vibration sonore.* Note de **M. Berthelot.**

« Une multitude de transformations chimiques sont attribuées aujourd'hui à l'énergie de la matière éthérée, animée de ces mouvements vibratoires et autres, qui produisent les phénomènes calorifiques, lumineux, électriques. Cette énergie, communiquée à la matière pondérable, y provoque des décompositions et des combinaisons. En est-il de même des vibrations ordinaires de la matière pondérable, je veux parler des vibrations sonores, qui se transmettent en vertu des lois de l'Acoustique? La question est fort intéressante et touche spécialement l'étude des matières explosives, dont je m'occupe depuis dix ans.

» D'ingénieuses expériences ont été publiées à cet égard par MM. Noble et Abel, ainsi que par MM. Champion et Pellet, et beaucoup de savants admettent que les corps explosifs peuvent détoner sous l'influence de certaines notes musicales, qui les feraient vibrer à l'unisson. Quelque séduisante que soit cette théorie, les résultats obtenus jusqu'ici ne l'établissent cependant pas sans contestation. Les explosions par influence de la dynamite et du coton-poudre s'expliquent plus simplement par l'effet direct du choc propagé par les gaz à de courtes distances, au delà desquelles elles ne se propagent point. Quant à l'iodure d'azote, sujet des principales observations relatives aux explosions par résonance, c'est une poudre tellement sensible au frottement, qu'il est permis de se demander si sa détonation n'a pas lieu par les chocs et frictions des supports, siège véritable de la résonance à l'unisson.

» Il m'a paru utile d'exécuter de nouvelles études, faites sur des gaz et sur des liquides, substances plus convenables qu'une poudre pour

la propagation d'un mouvement vibratoire proprement dit. J'ai choisi, d'ailleurs, des substances décomposables avec dégagement de chaleur, afin de réduire le rôle du mouvement vibratoire à provoquer la réaction, sans l'obliger à en effectuer le travail total en vertu de son énergie propre. Enfin j'ai opéré sur des corps instables, et même à l'état d'une décomposition continue, qu'il s'agissait seulement d'accélérer : ce sont là, je crois, les conditions les plus favorables. Toute la question était de faire résonner la substance en transformation chimique. J'y suis parvenu par deux procédés qui répondent à des vibrations de rapidité fort inégales, savoir :

» 1° Au moyen d'un gros diapason horizontal, mû par un interrupteur électrique, et dont une des branches était chargée avec un flacon de 250^{cc} renfermant le gaz ou le liquide, l'autre branche avec une masse équivalente. La vibration effective du flacon a été vérifiée, ainsi que celle du liquide, manifestée d'ailleurs par les apparences optiques ordinaires. Ce procédé a fourni 100 vibrations simples par seconde environ.

» 2° Au moyen d'un gros tube de verre horizontal, scellé aux deux bouts, jaugeant près de 400^{cc}, long de 60^{cc} et large de 3^{cc}, par exemple, enfin mis en vibration longitudinale par la friction d'une roue horizontale pourvue d'un feutre mouillé. Cet appareil très simple, que M. Kœnig a eu l'obligeance de disposer, exécutait, dans mes essais sur l'ozone, 7200 vibrations simples par seconde, d'après les comparaisons faites par ce savant constructeur.

» L'acuité de cette Note est presque intolérable.

» Voici les résultats observés sur l'ozone, l'hydrogène arsénié, l'acide sulfurique en présence de l'éthylène, l'eau oxygénée, l'acide persulfurique.

» *Ozone*. — L'oxygène employé renfermait des proportions d'ozone telles que 58^{mgr} par litre : richesse facile à assurer avec mes appareils. Avec le diapason (100 vibrations), l'état vibratoire ayant été maintenu pendant une heure et demie, le titre du gaz en ozone est demeuré constant, tant avec l'ozone sec qu'avec l'ozone mis en présence de 10^{cc} d'eau. Celle-ci n'a ni abaissé le titre de l'ozone, ni fourni de l'eau oxygénée [1].

» Avec le tube et la roue (7200 vibrations), l'état vibratoire étant maintenu pendant une demi-heure, le titre du gaz sec n'a pas varié. Pour préciser, je dirai que, l'absorption de l'ozone étant effectuée après coup par de l'acide arsénieux titré, la diminution du titre a été trouvée équivalente à

---

[1] Dans ces essais, il convient de se mettre en garde contre l'alcalinité du verre, qui détruirait rapidement l'ozone. On est surtout exposé à cet accident avec le verre pulvérisé.

171 divisions de permanganate ; tandis que cette diminution était précisément de 171 sur un volume égal du même gaz, analysé avant l'expérience.

» L'ozone est un gaz transformable en oxygène ordinaire avec dégagement de chaleur ($-14^{Cal},8$ pour $Oz = 24^{gr}$) ; il s'est transformé spontanément, d'une manière lente et continue, de façon à passer de 53^{mgr} à 29^{mgr} en vingt-quatre heures, lorsqu'on l'a abandonné à lui-même dans les conditions ci-dessus. Cependant on voit que sa transformation n'a pas été accélérée par un mouvement qui le faisait vibrer 7200 fois par seconde, pendant une demi-heure. Sa décomposition spontanée ne saurait donc être attribuée à ces vibrations sonores, qui traversent incessamment tous les corps de la nature.

» Une telle absence de réaction n'est pas explicable d'ailleurs par une influence inverse; car un tube semblable et rempli d'oxygène pur n'a pas modifié d'une seule division le titre de la solution arsénieuse, après avoir vibré de la même manière et pendant le même temps.

» *Hydrogène arsénié.* — Un mouvement vibratoire analogue, communiqué à un tube rempli de ce gaz, puis scellé, ne l'a pas altéré. Cependant, dans l'espace de vingt-quatre heures, le tube a commencé à se recouvrir d'un enduit d'arsenic métallique; comme le fait d'ailleurs un tube rempli du même gaz et qui n'a subi aucune vibration. Ce gaz se réduit en ses éléments en dégageant $+36^{Cal},7$ d'après M. Ogier; ce qui en explique l'instabilité : on voit qu'elle n'est pas accrue par les vibrations sonores.

» *Éthylène et acide sulfurique.* — J'ai cherché à accélérer par le mouvement vibratoire la combinaison lente de ces deux corps, si facile à réaliser sous l'influence d'une agitation continue et avec le concours des chocs produits par une masse de mercure. Elle est d'ailleurs exothermique.

» Un flacon de 240^{cc} renfermant l'éthylène pur, avec 5^{cc} à 6^{cc} d'acide sulfurique et du mercure, a été mis en vibration au moyen d'un diapason (100 vibrations par seconde) : l'acide vibrait et se pulvérisait à la surface. Cependant, au bout d'une demi-heure, l'absorption du gaz était faible et à peu près la même que dans un flacon pareil, demeuré immobile dans une pièce éloignée.

» Ajoutons ici quelques essais sur l'influence de la compression sur le même système. Cette influence, si efficace sur un mélange d'hydrogène phosphoré et de gaz chlorhydrique dans l'expérience de M. Ogier, a été peu sensible sur l'éthylène comprimé jusqu'à 80^{atm} et liquéfié au contact de l'acide sulfurique monohydraté pendant quelques minutes.

» L'oxyde de carbone a pu aussi être comprimé jusqu'à 400^{atm} et main-

tenu un quart d'heure au contact de solutions concentrées de potasse (dans l'eau et dans l'alcool), sans donner lieu à une absorption sensible. Il est probable cependant que ces réactions seraient accélérées, si l'on prolongeait la compression pendant plusieurs heures. Mais revenons à l'influence du mouvement vibratoire sur la décomposition chimique.

» *Eau oxygénée.* — 10^{cc} d'une solution renfermant $9^{mgr},3$ d'oxygène actif, placés dans un flacon de 250^{cc}, n'ont pas changé de titre, par l'effet du mouvement du diapason (100 vibrations par seconde) soutenu pendant une demi-heure. Cependant le liquide vibrait réellement et il perdait en ce moment $0^{mgr},9$ d'oxygène par vingt-quatre heures. 10^{cc} d'une solution renfermant $6^{mgr},3$ d'oxygène actif, mis en vibration (7200 vibrations) dans un tube de 400^{cc} plein d'air, pendant une demi-heure, ont fourni ensuite $6^{mgr},25$.

» *Acide persulfurique.* — Mêmes résultats. Avec le diapason (100 vibrations), titre initial 13^{mgr}; titre final $12^{mgr},6$. Avec le tube (7200 vibrations), titre initial $3^{mgr},0$; titre final $2^{mgr},8$. L'écart semble surpasser ici un peu la vitesse de décomposition spontanée, vitesse plus grande d'ailleurs qu'avec l'eau oxygénée; mais il ne sort guère des limites d'erreur.

» Les résultats observés sur ces liquides méritent d'autant plus l'attention qu'on aurait pu, *a priori*, assimiler de tels systèmes à des liquides retenant de l'oxygène à l'état de dissolution sursaturée, dissolution que l'agitation et surtout le mouvement vibratoire ramènent à son état normal. En fait, les liqueurs précédentes contiennent bien quelque dose d'oxygène sous cet état, comme il est facile de s'en assurer; mais cette portion d'oxygène n'agit ni sur le permanganate ni sur l'iodure de potassium employés dans les dosages, et elle doit être envisagée à part. En effet, elle n'intervient ici dans aucun équilibre de dissociation, capable d'être influencé par la séparation de l'oxygène de l'eau oxygénée. Il en serait sans doute autrement dans un système à l'état de dissociation, et dont l'équilibre serait maintenu par la présence d'un gaz actuellement dissous; mais alors il ne s'agirait plus d'une influence directe du mouvement vibratoire sur la transformation chimique.

» Les expériences faites sur les gaz, tels que l'ozone et l'hydrogène arsénié, ne sont pas sujettes à cette complication; elles tendent à écarter l'hypothèse d'une influence directe des vibrations sonores, même très rapides, des particules gazeuses sur leur transformation chimique ([1]).

([1]) On a dit quelquefois que parmi les chocs incessants et réciproques des particules gazeuses en mouvement dans une enceinte, il en est un certain nombre qui sont suscep-

» En d'autres termes, la matière est stable sous l'influence des vibrations sonores; tandis qu'elle se transforme sous l'influence des vibrations éthérées. Cette diversité dans le mode d'action des deux classes de vibrations n'a rien qui doive surprendre, si l'on considère à quel point les vibrations sonores les plus aiguës sont incomparablement plus lentes que les vibrations lumineuses ou calorifiques. »

THERMOCHIMIE. — *Nouvelles remarques sur la chaleur de formation de l'hydrate de chloral gazeux;* par M. **Berthelot.**

« Voici la troisième fois que notre savant confrère M. Wurtz, sans chercher à justifier de l'exactitude de ses appareils antérieurs, en imagine un nouveau; cependant, cette fois, pas plus que les précédentes, il ne semble s'être préoccupé de la nécessité d'établir un rapport convenable entre la masse de la matière qui échauffe l'enceinte et la masse de la matière qui se combine dans l'espace intérieur, avec un dégagement de chaleur peu considérable et exigeant des précautions spéciales pour être constaté.

» Non seulement la masse de la vapeur d'eau, fournie par deux générateurs dans la caisse de cuivre rouge qui sert d'enceinte à son nouvel instrument, est trop grande par rapport à la masse des deux vapeurs qui se rencontrent dans un espace cylindrique et allongé (forme peu favorable à ce genre d'essais); mais M. Wurtz *a opéré à basse pression*, vers $0^m,16$ d'après sa Note. Il a ainsi réduit au cinquième environ la masse des vapeurs d'eau et de chloral contenues dans l'unité de volume, et diminué d'autant la sensibilité de son appareil. Si l'on se bornait à admettre une réduction proportionnelle à celle des masses, l'élévation de température tomberait vers 1 à 2 dixièmes de degré, c'est-à-dire vers la limite des erreurs probables. Cette évaluation même paraît excessive; la vitesse de la distillation à basse pression, c'est-à-dire la quantité de matière qui traverse l'appareil dans l'unité de temps, quantité que M. Wurtz ne nous fait pas connaître, est

tibles de porter à des températures très élevées les particules qui les éprouvent. S'il en était réellement ainsi, un mélange d'oxygène et d'hydrogène, éléments combinables vers 500°, devrait se transformer peu à peu en eau; le gaz ammoniac, décomposable vers 800°, devrait se changer lentement en azote et hydrogène, etc. Je n'ai rien observé de semblable sur ces systèmes gazeux, conservés pendant dix années. Si cet effet n'a pas lieu, c'est probablement parce que la perte de force vive de chaque particule gazeuse, envisagée individuellement, et même sa force vive totale demeurent comprises entre certaines limites.

probablement très faible, et le rapport entre les deux vapeurs, qu'il n'a point cherché à régler, bien que ce soit l'élément fondamental de la mesure, demeure tout à fait incertain. Ce n'est pas tout : en effet, la combinaison n'étant pas instantanée, ce que j'ai établi par ailleurs, sa vitesse doit diminuer avec la raréfaction de la matière, conformément à mes recherches sur la formation des éthers dans l'état gazeux; la chaleur dégagée dans un temps donné, par un même poids de chloral et d'eau gazeux traversant l'appareil, est donc moindre à basse pression.

» Enfin, et c'est ici une cause d'erreur capitale, tout porte à croire que l'hydrate de chloral est dissocié, c'est-à-dire en partie décomposé vers 100°. *A mesure qu'on abaisse la pression, on se rapproche donc de la tension limite à laquelle il n'y aurait plus combinaison,* circonstance qui réduit encore, si même elle n'annule, la chaleur développée sous la pression normale.

» La réunion de ces conditions défavorables dues à l'emploi d'une basse pression, telles que diminution de la masse des gaz réagissants, rapport incertain de leurs volumes, ralentissement de la réaction, enfin réduction considérable de la portion réellement combinée, telles sont, je le répète, les causes qui expliquent le nouvel insuccès de M. Wurtz. Certes, je suis convaincu de la parfaite sincérité scientifique de notre éminent confrère ; mais peut-être n'a-t-il pas recherché suffisamment jusqu'ici les conditions de réussite d'une expérience délicate et dont l'impossibilité lui paraissait résulter de certains motifs théoriques. Pour mon propre compte, je ne crois pas utile d'insister sur la caractéristique de mes observations, caractéristique que M. H. Sainte-Claire Deville a fort bien mise en évidence, ni de répondre à des objections qui ne s'appliquent pas aux conditions de mes expériences et qui sont d'ailleurs peu en harmonie avec les lois physiques de la vaporisation des liquides : la question expérimentale me paraît résolue, et j'en abandonne le jugement aux hommes compétents. »

TRAVAUX PUBLICS. — *Note au sujet de la rencontre des deux galeries d'avancement du grand tunnel du Saint-Gothard;* par M. **D. Colladon.**

« Ces deux galeries, dont l'ensemble représente une longueur de 14920^{m}, viennent de se réunir, après sept ans et cinq mois (dont bien des jours sont à défalquer pour la part de l'entreprise), et la rencontre s'est effectuée d'une manière remarquablement exacte.

» Ces deux faits, d'une haute importance pour l'art des constructions,

et la jonction future de plusieurs grandes lignes de chemins de fer, méritent l'intérêt universel, et j'ai espéré que mes honorables collègues de l'Académie accueilleraient avec bienveillance quelques renseignements sur les origines essentielles de ces progrès, et des données rétrospectives sur la longue série des obstacles et des difficultés exceptionnelles qui ont parfois entravé les progrès et rendu l'excavation très difficile.

» Les origines les plus efficaces de l'accélération du travail ont été les combinaisons remarquablement heureuses pour le diguage des torrents et l'emploi de l'eau motrice, recueillie dans les aqueducs, sur des turbines utilisant de très hautes chutes, l'adoption de compresseurs d'air d'un nouveau système, marchant à très grande vitesse, le refroidissement de cet air opéré dans les cylindres compresseurs au moment de la compression, par une injection d'eau à l'état pulvérulent, de nombreux et importants perfectionnements aux machines perforatrices et à leurs affûts, l'emploi de la dynamite, la décision adoptée dès l'origine par l'habile entrepreneur, M. L. Favre, de Genève, d'attaquer le tunnel par le haut, son bon sens pratique, sa haute intelligence, son expérience et son inébranlable énergie; tels ont été les éléments principaux qui ont permis à l'entrepreneur et à ses ingénieurs d'avancer, dans les roches très dures et très accidentées du tunnel du Saint-Gothard, avec une vitesse plus que double de celle qu'avaient pu atteindre les habiles ingénieurs qui avaient été chargés de diriger le percement du tunnel du mont Cenis.

» En effet, ce dernier souterrain a 12200^{m} de longueur totale; il avait été commencé à la main, des deux côtés, dès le mois de septembre 1857, et les deux galeries se sont rencontrées le 25 décembre 1870, avec une déviation de $\frac{1}{3}$ de mètre.

» On peut prédire d'autre part que, malgré son excès de longueur, le tunnel du Saint-Gothard, entièrement achevé, aura coûté en totalité 25 ou 30 pour 100 moins cher que celui du mont Cenis.

» Il est donc évident que les travaux remarquables réalisés au Saint-Gothard viennent d'ouvrir une voie nouvelle pour l'achèvement rapide et économique des longs tunnels.

» J'ai fait allusion, au commencement de cette Note, à une série de difficultés exceptionnelles qui ont parfois entravé les progrès de l'excavation; il est nécessaire, pour en faire ressortir la gravité, d'expliquer les conditions imposées à l'entrepreneur et la position de M. Favre relativement à la Compagnie qui était chargée de l'exécution de la ligne entière *du chemin de fer dit du Saint-Gothard et de ses lignes d'accès sur les deux versants.* Cette

Compagnie avait nommé ingénieur en chef M. Gerwig, et un nombreux état-major d'ingénieurs était chargé de le seconder.

» L'entreprise du tunnel principal, long de 14920^m, dont l'embouchure nord, près de Gœschenen, était à l'altitude de 1109^m, celle du sud, à Airolo, de 1145^m, et le point culminant central à 1155^m, devait être confiée à un adjudicataire unique, avec le dépôt d'un cautionnement de 8 millions. Cet entrepreneur devait exécuter le tunnel entier, faire à ses frais les dérivations des torrents, tous les appareils hydrauliques, les compresseurs d'air, les conduites, tous les engins de perforation, de transport, d'aération, tous les bâtiments nécessaires à son entreprise, ateliers, magasins, logements d'ouvriers, etc., toute l'excavation du tunnel pour double voie, et au besoin les maçonneries, d'après les types fournis par l'ingénieur en chef de la Compagnie; mais l'emplacement du tunnel et de ses abords, ses pentes intérieures, la vérification de la ligne d'axe des deux galeries, restaient à la charge de la Compagnie.

» Son ingénieur en chef avait limité la pente de la moitié sud du tunnel à un millième; il n'avait pas prévu l'énorme volume d'eau qu'on allait rencontrer dans cette moitié sud de la galerie et les conséquences désastreuses qui devaient en résulter pour l'entreprise.

» Au mont Cenis, le volume des infiltrations de chaque côté n'avait pas dépassé 1^{lit} par seconde.

» Au tunnel du mont Hoosac, dans le Massachusetts, on avait signalé, comme un grave inconvénient, des infiltrations dont le maximum s'était élevé à 18^{lit} par seconde.

» Dans la galerie sud du souterrain du Gothard, avec cette bien faible pente d'un millième, le volume des infiltrations atteignait, dès la fin de la première année du percement, 230^{lit} par seconde, *huit cent mille litres par heure;* la galerie d'avancement, dont la section moyenne est de 6^{mq} à 7^{mq}, fut, pendant près de trois ans, transformée en un véritable aqueduc, où l'eau s'élevait à $0^m,25$ ou $0^m,30$; quelques-unes de ces infiltrations avaient le volume et la vitesse d'un jet de pompe à incendie.

» A ces infiltrations se joignaient, de temps à autre, les rencontres de failles qui déversaient dans la galerie des torrents de boue et de débris.

» Au dehors du tunnel, la force motrice hydraulique était insuffisante pendant les mois d'hiver.

» L'ingénieur en chef, M. Gerwig, pendant les années employées à ses études préliminaires, avait oublié de jauger en hiver le volume d'eau de la Tremola et du Tessin, seuls torrents voisins de l'ouverture du souterrain; il

s'était contenté d'adopter des chiffres indiqués antérieurement et qui fixaient à 500^{lit} par seconde le minimum probable ou moyen du torrent de la Tremola. M. Favre et son ingénieur conseil ne pouvaient attendre jusqu'à la fin de l'hiver pour vérifier ce chiffre; ils durent commander les moteurs hydrauliques, en se basant sur ce volume indiqué comme minimum probable.

» En réalité, pendant les saisons d'hiver, depuis l'installation des turbines, le régime d'eau de la Tremola a été réduit pendant quelques mois *à cinquante ou cent litres par seconde,* en sorte qu'il tombait de la voûte ou des parois du tunnel quatre ou cinq fois plus d'eau que n'en contenait le lit de la Tremola. Au bout de deux ans d'expérience, l'entrepreneur a dû exécuter à grands frais une dérivation de l'eau du Tessin, en suspendant un aqueduc contre les parois à pic formées de roches inconsistantes et à 60^{m} ou 100^{m} au-dessus du lit du Tessin. Ces pentes abruptes sont ravagées chaque hiver par des avalanches qui enlèvent une partie des parois ou des contre-forts de l'aqueduc; en quatre ans, il y a eu dix-neuf de ces avalanches, qui ont entamé plus au moins le canal de dérivation, en produisant des interruptions fort nuisibles à la marche de la perforation et à l'aérage.

» Enfin, pendant les hivers rigoureux, la totalité de l'eau du Tessin et de l'eau de la Tremola est loin de suffire, et pendant l'hiver actuel, depuis la fin d'octobre jusqu'à ce jour, plus de la moitié de nos turbines et des compresseurs d'air que j'ai fait établir ont dû chômer faute d'eau motrice; il en est résulté une élévation de température nuisible aux ouvriers et aux animaux de trait employés aux transports, dans les parties les plus avancées du souterrain, et un retard notable dans la progression de la galerie du côté sud.

» Cette analyse assez incomplète pourra faire entrevoir la gravité des obstacles que M. Favre et ses ingénieurs ont dû surmonter; elle mettra aussi en saillie la direction intelligente et énergique donnée à l'ensemble de ce vaste travail, et fera mieux apprécier l'achèvement complet de ces deux galeries d'avancement dans le terme bien court de sept ans et cinq mois.

» Une circonstance intéressante à noter, c'est que, contrairement aux prévisions du second ingénieur en chef de la Compagnie, les compresseurs de mon système établis aux deux extrémités du souterrain ont pu suffire, jusqu'à l'entier percement, à l'aération du tunnel. Des cloches aspirantes, analogues à celles qui avaient été employées au mont Cenis, et dont M. Helwagg avait exigé l'établissement, assez coûteux, aux deux extrémités du tunnel, sont restées sans emploi jusqu'à ce jour et ne serviront probablement pas pendant l'achèvement

» La rencontre des deux galeries a montré l'exactitude des prolongements des deux lignes d'axe des galeries d'avancement; la différence de niveau n'a pas dépassé $0^m,10$; la déviation latérale est inférieure à $0^m,20$.

» La longueur totale, mesurée à l'intérieur du souterrain, s'est trouvée plus courte de près de 8^m que la longueur calculée géométriquement.

» Heureusement le chef mineur du côté sud avait fait percer un trou de sonde horizontal, long de 3^m, et, quand il a atteint la galerie nord, il a fait suspendre les attaques du côté de Goschenen; puis, par une attaque modérée en profondeur, il a réduit à une épaisseur de $1^m,40$ le massif restant. Une dernière attaque centrale a été préparée, savoir quatre trous de centre et onze autres trous régulièrement espacés tout autour, à peu de distance. L'explosion a ouvert un entonnoir dont le moindre diamètre avait environ $0^m,80$ de diamètre, et par cette ouverture les ingénieurs présents et les chefs ouvriers ont pu immédiatement passer d'une galerie dans l'autre.

» C'est dimanche 29 février, à 11^h du matin, que cette porte de communication a été ouverte. En ce moment, le baromètre, à Goschenen, était de $0^m,004$ plus haut qu'à l'extrémité sud, à Airolo. Un courant d'air s'est immédiatement produit dans la galerie, et sa vitesse près de l'ouverture était de $1^m,50$ par seconde. Quelques heures plus tard, le baromètre avait baissé à Goschenen, et la hauteur de la colonne mercurielle à Airolo surpassait de $0^m,001$ celle de Goschenen; par suite, le courant d'air a changé de direction, et il a pris celle de sud-nord; mais sa vitesse était de $\frac{1}{3}$ de mètre seulement.

» Ces expériences intéressantes seront continuées; elles pourront donner lieu à des Tableaux comparatifs, qui pourront être discutés quand toutes les données principales auront été réunies. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur le projet de canal maritime interocéanique.* Extrait d'une Lettre de M. de Lesseps à M. Larrey.

« Panama, 28 janvier 1880.

» Mon cher ami, la plus grande partie de nos études sur le terrain est terminée. Voici le *memorandum* que je vais remettre aux membres de la Commission technique instituée pour propager l'exécution du canal maritime interocéanique :

« Messieurs, dès notre arrivée à Panama, je vous ai présenté un programme indiquant les questions sur lesquelles je désirais être éclairé par la science des ingénieurs, en conséquence de la décision du Congrès de Paris.

» Vous avez commencé par procéder à votre organisation, qui a consisté à former un Comité de direction composé de MM. Dirks, Totten, Wright, Boutan et Dauzats, secrétaire. Sous cette direction, vous avez réparti le travail des opérations locales, entre les baies de Limon et de Panama, en huit brigades, ayant chacune son personnel de manœuvres :

» 1[re] brigade : MM. Couvreux et P. Marolle ; 2[e] brigade : M. Jégou ; 3[e] brigade : MM. Dauzats, Ortéga et Ossa ; 4[e] brigade : MM. Sosa et Fontan ; 5[e] brigade : MM. Albers et C. Marolle ; 6[e] brigade : M. Boutan (études géologiques sous sa direction) ; 7[e] brigade : M. Duflos, chef sondeur ; 8[e] brigade : M. Barbier, chef sondeur, sous la direction de M. Boutan.

» M. Gaston Blanchet, délégué par l'entreprise de travaux Couvreux, Hersent et C[ie], a été chargé, comme ingénieur comptable, de parcourir la ligne et de se mettre en rapport avec les chefs de brigade, pour fournir tout ce qui serait nécessaire à leur personnel en instruments, livres et objets de campement.

» Grâce à cette organisation, vous avez marché vite et bien.

» J'ai suivi avec le plus grand intérêt vos études et vos opérations, et je ne saurais rendre assez de justice aux efforts dévoués et consciencieux qui vous permettent aujourd'hui de réunir les éléments nécessaires pour préparer un Rapport sommaire, destiné à apporter la lumière de la vérité dans cette question, si controversée, de la possibilité d'exécution d'un canal à niveau constant et sans écluses entre les deux océans.

» Il est évident que ce Rapport sommaire devra être complété plus tard, lorsque les sondages qui ont été commencés sur toute la ligne vous permettront d'évaluer, au plus bas prix, le nombre de mètres cubes de déblais à extraire ; mais, dès à présent, vous êtes en mesure de fixer un maximum, d'après les échantillons de terrain retirés sur les points principaux des profondeurs du sol, en les supposant dans les plus mauvaises conditions, là où il reste encore des opérations à terminer.

» Vous avez profité des moyens de communication faciles et rapides qui ont été généralement donnés à tout notre personnel et à notre matériel par l'administration des chemins de fer, ce qui vous a permis de faire, en un mois, un travail qui aurait certainement employé plus d'une année dans d'autres circonstances. Ainsi vous avez pu étudier avec soin les deux bassins si admirablement situés entre les deux points extrêmes d'une ligne de 73^{km} : celui du Chagres, débouchant dans l'Atlantique, et celui du Rio Grande, débouchant dans le Pacifique. Pour faire passer le canal maritime d'une vallée dans l'autre, il suffira de creuser, sur un parcours de 6^{km}, le massif rocheux de la Culebra, à moins que l'on ne trouve dans les dépressions environnantes le moyen de le tourner en tout ou en partie ; mais, dans tous les cas, le travail ne présenterait rien d'inconnu.

» L'opération qui m'a paru devoir particulièrement appeler votre attention et l'application raisonnée de votre science est celle du barrage du Chagres au point que vous indiquerez. Permettez-moi de vous rendre compte, à ce sujet, de mes propres observations et d'appeler votre attention sur les précédents d'une telle entreprise, si bien décrite par l'éminent ingénieur M. Bidaut, auteur du barrage de la Gileppe, en Belgique.

» Au lieu de plusieurs barrages, dit M. Bidaut, un seul est préférable ; une hauteur de 45^m n'est pas sans précédent. Le barrage d'Alicante compte près de trois siècles d'existence ; il a 41^m de hauteur sur 34^m d'épaisseur au bas et 20^m au sommet.

» Le barrage du Furens, près de Saint-Étienne, mesure 56^m de hauteur et 41^m d'épaisseur. Celui de la Gileppe a 45^m de hauteur.

» Le choix de l'emplacement doit être déterminé surtout par les conditions de stabilité d'assise, d'incompressibilité et d'imperméabilité des roches.

» Pour qu'un barrage résiste à l'action lente et à la pression des eaux, il faut, avant tout, que l'encastrement dans les roches de flanc soit solide; il faut aussi que l'assise soit inébranlable, que la liaison soit intime entre le sol et la base de la maçonnerie.

» Ne craignez pas, pour le barrage du Chagres, d'exagérer les conditions de stabilité, parce qu'il est nécessaire de lui imprimer, en considération des grands intérêts qui s'y rattachent, un caractère indéfini. Il faudra donc, pour sa construction, imiter ce qu'a fait la nature pour les deux montagnes qu'il s'agira de réunir, en élevant une barrière artificielle qui comblera la vallée et réglera le cours d'eau.

» Je compte, Messieurs, que vous serez en mesure de me remettre votre Rapport sommaire avant mon départ pour New-York, qui aura lieu vers le 8 février.

Panama, 28 janvier 1880.

» Signé : FERDINAND DE LESSEPS. »

» Si vous croyez que cette Communication puisse intéresser nos chers confrères, veuillez la lire dans une de nos séances. Vous leur transmettrez, en particulier, mes meilleurs souvenirs. Vous leur direz que Mme de Lesseps, mes trois enfants et mes vingt compagnons sont en parfaite santé, malgré nos excursions au soleil, et en traversant, au milieu des forêts vierges et des broussailles, des trouées faites avec de grands coutelas appelés *machetes*. En somme, le pays est magnifique, d'une splendeur indescriptible.

» J'espère qu'à notre retour en France nous apporterons la meilleure preuve de la salubrité du climat de Panama et de la facilité d'exécution du canal interocéanique. »

M. le **PRÉSIDENT** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Zinin*, Correspondant de la Section de Chimie, décédé à Saint-Pétersbourg le 18 février dernier.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Recherche du coefficient de régularité du mouvement dans les transmissions par câbles.* Note de M. **H. LÉAUTÉ**, présentée par M. Rolland.

(Commissaires : MM. Phillips, Rolland, Resal.)

« M. Kretz a montré [1] que la régularité du mouvement dans une

[1] KRETZ, *De l'élasticité dans les machines en mouvement* (*Comptes rendus*, 24 juillet 1865); Note au *Cours de Mécanique appliquée aux machines*, par Poncelet, p. 120, 264, 346.

transmission renfermant un lien élastique dépend surtout de la valeur du coefficient qui mesure l'extensibilité du lien, c'est-à-dire du rapport entre le déplacement relatif des extrémités et l'accroissement de tension qui en résulte.

» Le bon fonctionnement de la transmission exige que ce coefficient reste compris entre certaines valeurs déterminées. Ces valeurs sont d'ailleurs fixées dans chaque cas par la double condition de maintenir, d'une part, au-dessous d'une limite convenable l'amplitude des oscillations de la vitesse du mécanisme, et, d'autre part, de ne pas dépasser une certaine limite donnée pour les accélérations passagères des diverses parties de ce mécanisme et les vitesses de changement des tensions.

» Bien que les câbles métalliques puissent être regardés comme inextensibles, les transmissions télodynamiques présentent, par suite de la flèche que prend chaque brin, des propriétés analogues à celles des transmissions par liens élastiques. Il est indispensable d'établir ce point et de déterminer l'expression qui joue dans ce cas le même rôle que le coefficient d'extensibilité dans les courroies.

» C'est à ce résultat, fondamental dans la théorie des transmissions par câbles, que vont nous conduire les formules données dans une Communication précédente [1].

» Désignons par l la demi-portée du câble, par f la flèche de l'un de ses brins, par p le poids de ce câble par unité de longueur, et affectons de l'indice 1 les quantités relatives au brin conducteur et de l'indice 2 celles relatives au brin conduit; nous aurons, au degré d'approximation adopté,

$$\mathfrak{T}_1 = \rho_1 g, \quad \mathfrak{T}_2 = \rho_2 g, \quad \rho_1 = \frac{l^2}{2f_1}, \quad \rho_2 = \frac{l^2}{2f_2}.$$

» Distinguons maintenant par un accent les quantités relatives à la poulie menée et par deux accents celles relatives à la poulie qui mène; puis représentons par $\mu\tau$ les accroissements de tension qui se produisent aux extrémités des brins du câble quand le mouvement permanent est altéré. On a alors, d'après les formules établies dans le Mémoire précédemment cité et en tenant compte des relations qui viennent d'être écrites,

$$\mu\tau'_1 = \frac{3}{16} p \frac{l^3}{f_1^3}(\alpha'' - \alpha') + \frac{1}{8}\frac{p}{g}\frac{l^3}{f_1^2}\frac{d^2(\alpha'' - \alpha')}{dt^2} - \frac{1}{2}\frac{pl}{g}\frac{d^2(\alpha'' + \alpha')}{dt^2},$$

$$\mu\tau''_1 = \frac{3}{16} p \frac{l^3}{f_1^3}(\alpha'' - \alpha') + \frac{1}{8}\frac{p}{g}\frac{l^3}{f_1^2}\frac{d^2(\alpha'' - \alpha')}{dt^2} + \frac{1}{2}\frac{pl}{g}\frac{d^2(\alpha'' + \alpha')}{dt^2}$$

---

(1) *Comptes rendus*, 23 février 1880.

pour le brin conducteur,

$$\mu\tau'_2 = \frac{3}{16} p \frac{l^3}{f_2^3}(\alpha' - \alpha'') + \frac{1}{8}\frac{p}{g}\frac{l^3}{f_2^2}\frac{d^2(\alpha' - \alpha'')}{dt^2} + \frac{1}{2}\frac{pl}{g}\frac{d^2(\alpha'' + \alpha')}{dt^2},$$
$$\mu\tau''_2 = \frac{3}{16} p \frac{l^3}{f_2^3}(\alpha' - \alpha'') + \frac{1}{8}\frac{p}{g}\frac{l^3}{f_2^2}\frac{d^2(\alpha' - \alpha'')}{dt^2} - \frac{1}{2}\frac{pl}{g}\frac{d^2(\alpha'' + \alpha')}{dt^2}$$

pour le brin conduit.

» Les augmentations de traction θ qui se produiront à la circonférence de chacune des poulies seront donc

$$\theta' = \mu\tau'_1 - \mu\tau'_2 = \frac{3}{16} p l^3 \left(\frac{1}{f_1^3} + \frac{1}{f_2^3}\right)(\alpha'' - \alpha') + \frac{1}{8}\frac{p}{g} l^3 \left(\frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}\right)\frac{d^2(\alpha'' - \alpha')}{dt^2} - \frac{p}{g} l \frac{d^2(\alpha'' + \alpha')}{dt^2},$$
$$\theta'' = \mu\tau''_1 - \mu\tau''_2 = \frac{3}{16} p l^3 \left(\frac{1}{f_1^3} + \frac{1}{f_2^3}\right)(\alpha'' - \alpha') + \frac{1}{8}\frac{p}{g} l^3 \left(\frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}\right)\frac{d^2(\alpha'' - \alpha')}{dt^2} + \frac{p}{g} l \frac{d^2(\alpha'' + \alpha')}{dt^2},$$

que l'on peut réduire à

$$(1) \qquad \theta = \frac{3}{16} p l^3 \left(\frac{1}{f_1^3} + \frac{1}{f_2^3}\right)(\alpha'' - \alpha') + \frac{1}{8}\frac{p}{g} l^3 \left(\frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}\right)\frac{d^2(\alpha'' - \alpha'}{dt^2},$$

puisque les flèches sont toujours petites relativement à la portée.

» Telle est la relation qui donne l'accroissement de tension effective en fonction du déplacement relatif des extrémités du câble.

» Si l'on désigne par ω' et ω'' les vitesses angulaires des deux poulies, par R leur rayon commun et par Ω la vitesse angulaire correspondant au mouvement permanent, on a évidemment

$$d\alpha' = \mathrm{R}(\omega' - \Omega)dt,$$
$$d\alpha'' = \mathrm{R}(\omega'' - \Omega)dt,$$

et l'équation (1) devient

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{3}{16} p l^3 \left(\frac{1}{f_1^3} + \frac{1}{f_2^3}\right)\mathrm{R}(\omega'' - \omega') + \frac{1}{8} p l^3 \left(\frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}\right)\frac{d^2(\omega'' - \omega'}{dt^2}.$$

» Sans entrer dans la discussion de cette expression, ce qui dépasserait les limites d'une simple Note, nous remarquerons que, réduite à son premier terme, qui est son terme principal, elle est identiquement de même forme que celle donnée par M. Kretz pour les courroies.

» Toutes les conclusions établies par M. Kretz pour les transmissions par liens élastiques s'appliquent donc aux transmissions télodynamiques

si l'on prend pour coefficient de régularité la quantité

$$\frac{3}{16} p l^3 \left(\frac{1}{f_1^3} + \frac{1}{f_2^3}\right). \text{ »}$$

HYDRODYNAMIQUE. — *Fonction des vitesses; extension des théorèmes de Lagrange au cas d'un fluide imparfait.* Note de M. **Bresse.**

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Les équations générales du mouvement d'un fluide imparfait, établies par Navier (t. VI des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*), sont, avec les notations ordinaires que tout le monde connaît,

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{l} X - \frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx} + \varepsilon\left(\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2}\right) = u\frac{du}{dx} + v\frac{du}{dy} + w\frac{du}{dz} + \frac{du}{dt}, \\ Y - \frac{1}{\rho}\frac{dp}{dy} + \varepsilon\left(\frac{d^2v}{dx^2} + \frac{d^2v}{dy^2} + \frac{d^2v}{dz^2}\right) = u\frac{dv}{dx} + v\frac{dv}{dy} + w\frac{dv}{dz} + \frac{dv}{dt}, \\ Z - \frac{1}{\rho}\frac{dp}{dz} + \varepsilon\left(\frac{d^2w}{dx^2} + \frac{d^2w}{dy^2} + \frac{d^2w}{dz^2}\right) = u\frac{dw}{dx} + v\frac{dw}{dy} + w\frac{dw}{dz} + \frac{dw}{dt}; \end{array}\right.$$

il faut y joindre l'équation de continuité

$$\frac{d.\rho u}{dx} + \frac{d.\rho v}{dy} + \frac{d.\rho w}{dz} + \frac{d\rho}{dt} = 0,$$

et, si le fluide n'est pas incompressible, une dernière équation entre la pression et la densité. La démonstration des équations (1), dans lesquelles ε représente, suivant les idées de Navier, une constante spécifique pour chaque fluide naturel, suppose d'ailleurs le cas de mouvements réguliers, qui permettent de regarder les vitesses u, v, w comme des fonctions continues de x, y, z, t.

» On sait, d'un autre côté, que Lagrange a établi quelques propriétés assez remarquables du mouvement des fluides, en admettant, outre l'hypothèse de la fluidité parfaite : 1° que les expressions $X dx + Y dy + Z dz$ et $\frac{1}{\rho}\left(\frac{dp}{dx}dx + \frac{dp}{dy}dy + \frac{dp}{dz}dz\right)$ sont les différentielles exactes, relativement à x, y, z, de deux fonctions T et ϖ; 2° qu'il existe, au moins pour une valeur particulière du temps, une fonction des vitesses, c'est-à-dire une fonction ayant pour différentielle $u dx + v dy + w dz$ relativement à x, y, z. Je me propose ici de faire un travail analogue, en écartant l'hypothèse restrictive

de la fluidité parfaite et conservant à la constante ε de Navier une valeur quelconque différente de zéro.

» I. Théorème. — *Si la quantité* $u\,dx + v\,dy + w\,dz$ *est différentielle exacte, relativement à* x, y, z, *pour une valeur particulière* t_0 *du temps* t, *elle jouit de la même propriété pendant toute la durée du mouvement.*

» Posons, en effet,

$$\alpha = \frac{dv}{dz} - \frac{dw}{dy},\quad \beta = \frac{dw}{dx} - \frac{du}{dz},\quad \gamma = \frac{du}{dy} - \frac{dv}{dx},$$
$$\theta = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz},\quad V^2 = u^2 + v^2 + w^2;$$

eu égard à ces définitions et à celles des fonctions T et ϖ, les équations (1) pourront s'écrire

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{du}{dt} &= \frac{d}{dx}\left(T - \varpi + \varepsilon\theta - \frac{1}{2}V^2\right) + \beta w - \gamma v + \varepsilon\left(\frac{d\gamma}{dy} - \frac{d\beta}{dz}\right),\\ \frac{dv}{dt} &= \frac{d}{dy}\left(T - \varpi + \varepsilon\theta - \frac{1}{2}V^2\right) + \gamma u - \alpha w + \varepsilon\left(\frac{d\alpha}{dz} - \frac{d\gamma}{dx}\right),\\ \frac{dw}{dt} &= \frac{d}{dz}\left(T - \varpi + \varepsilon\theta - \frac{1}{2}V^2\right) + \alpha v - \beta u + \varepsilon\left(\frac{d\beta}{dx} - \frac{d\alpha}{dy}\right). \end{aligned}\right.$$

Entre ces équations prises deux à deux, on peut éliminer $T - \varpi + \varepsilon\theta - \frac{1}{2}V^2$; en tenant compte de l'identité $\frac{d\alpha}{dx} + \frac{d\beta}{dy} + \frac{d\gamma}{dz} = 0$, on trouve facilement

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} u\frac{d\alpha}{dx} + v\frac{d\alpha}{dy} + w\frac{d\alpha}{dz} + \frac{d\alpha}{dt} &= \beta\frac{du}{dy} + \gamma\frac{du}{dz} - \alpha\left(\frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}\right) + \varepsilon\left(\frac{d^2\alpha}{dx^2} + \frac{d^2\alpha}{dy^2} + \frac{d^2\alpha}{dz^2}\right),\\ u\frac{d\beta}{dx} + v\frac{d\beta}{dy} + w\frac{d\beta}{dz} + \frac{d\beta}{dt} &= \gamma\frac{dv}{dz} + \alpha\frac{dv}{dx} - \beta\left(\frac{dw}{dz} + \frac{du}{dx}\right) + \varepsilon\left(\frac{d^2\beta}{dx^2} + \frac{d^2\beta}{dy^2} + \frac{d^2\beta}{dz^2}\right),\\ u\frac{d\gamma}{dx} + v\frac{d\gamma}{dy} + w\frac{d\gamma}{dz} + \frac{d\gamma}{dt} &= \alpha\frac{dw}{dx} + \beta\frac{dw}{dy} - \gamma\left(\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy}\right) + \varepsilon\left(\frac{d^2\gamma}{dx^2} + \frac{d^2\gamma}{dy^2} + \frac{d^2\gamma}{dz^2}\right). \end{aligned}\right.$$

» Or la condition d'intégrabilité de $u\,dx + v\,dy + w\,dz$ pour $t = t_0$ consiste en ce que cette même valeur de t doit annuler α, β, γ pour tout point du système, ce qui entraîne comme conséquence qu'elle annule aussi toutes les dérivées de ces quantités par rapport à x, y, z. Si donc on fait $t = t_0$ dans les équations (3), on constate que les seconds membres sont nuls et que, par suite, il en est de même des premiers. Ceux-ci, multipliés par dt, expriment les accroissements de α, β, γ lorsqu'on suit une molécule sur sa trajectoire pendant un élément dt du temps; donc les quantités α, β, γ, d'abord nulles, par hypothèse, au commencement de l'intervalle

de temps dt qui succède à l'époque t_0, le sont encore à la fin; donc $udx + vdy + wdz$ est restée différentielle exacte pour la position correspondante du fluide. Partant de cette seconde position, on verrait de la même manière que α, β, γ restent encore nuls dans la nouvelle position prise par le fluide après un second intervalle de temps dt; de cette troisième position il serait possible de passer de même à une quatrième, et ainsi de suite. On constaterait de proche en proche que α, β, γ restent nuls et $udx + vdy + wdz$ intégrable dans la position prise par le fluide après un temps quelconque. Rien n'empêche d'ailleurs d'attribuer à dt une série de valeurs négatives, afin de revenir aux époques antérieures à t_0; l'énoncé du théorème s'applique avant comme après cette époque particulière.

» II. Sans essayer de rechercher si la démonstration précédente pourrait se trouver en défaut dans certains cas exceptionnels (ce qui, au surplus, ne semble pas facile à faire d'une manière suffisamment nette et précise), admettons l'existence d'une fonction $\varphi(x, y, z, t)$ telle qu'on ait constamment

$$u = \frac{d\varphi}{dx}, \quad v = \frac{d\varphi}{dy}, \quad w = \frac{d\varphi}{dz}.$$

Les quantités α, β, γ restant toujours nulles pour tous les points du fluide, les équations (2) peuvent se mettre sous la forme

$$(4) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{d}{dx}\left(\frac{d\varphi}{dt}\right) &= \frac{d}{dx}\left(\mathrm{T} - \varpi + \varepsilon\theta - \frac{1}{2}\mathrm{V}^2\right), \\ \frac{d}{dy}\left(\frac{d\varphi}{dt}\right) &= \frac{d}{dy}\left(\mathrm{T} - \varpi + \varepsilon\theta - \frac{1}{2}\mathrm{V}^2\right), \\ \frac{d}{dz}\left(\frac{d\varphi}{dt}\right) &= \frac{d}{dz}\left(\mathrm{T} - \varpi + \varepsilon\theta - \frac{1}{2}\mathrm{V}^2\right), \end{aligned} \right.$$

d'où l'on conclut immédiatement

$$(5) \qquad \frac{d\varphi}{dt} = \mathrm{T} - \varpi + \varepsilon\theta - \frac{1}{2}\mathrm{V}^2 + \mathrm{C},$$

C représentant une fonction de la seule variable t. On pourrait remplacer dans l'équation (5) θ par $\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2}$ et V^2 par $\left(\frac{d\varphi}{dx}\right)^2 + \left(\frac{d\varphi}{dy}\right)^2 + \left(\frac{d\varphi}{dz}\right)^2$; d'un autre côté, supposer que $\frac{1}{\rho}\left(\frac{dp}{dx}dx + \frac{dp}{dy}dy + \frac{dp}{dz}dz\right)$ est une différentielle exacte relativement à x, y, z revient à supposer que p et ϖ sont à chaque instant des fonctions de ρ; par suite, l'équation (5) peut être considérée comme une première relation entre les inconnues φ et ρ.

» L'équation de continuité en fournit une seconde, car elle devient, par l'introduction des dérivées de φ au lieu de u, v, w,

$$(6)\qquad \rho\left(\frac{d^2\varphi}{dx^2}+\frac{d^2\varphi}{dy^2}+\frac{d^2\varphi}{dz^2}\right)+\frac{d\varphi}{dx}\frac{d\rho}{dx}+\frac{d\varphi}{dy}\frac{d\rho}{dy}+\frac{d\varphi}{dz}\frac{d\rho}{dz}+\frac{d\rho}{dt}=0.$$

Les équations (5) et (6) détermineraient donc ρ et φ, d'où l'on déduirait ensuite, par des opérations toujours faciles, p, u, v, w. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Syrphes et Entomophthorées*; par M. **Alf. Giard.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans la séance du 9 février 1880 ([1]), M. le Secrétaire perpétuel, en présentant à l'Académie un Mémoire de MM. Cornu et Brongniart sur une épidémie causée chez des insectes du genre Syrphe par un champignon parasite (*Entomophthora*), appelait l'attention des hommes de science sur les services que l'Agriculture peut attendre de la propagation des cryptogames.

» Les travaux de Brefeld, de Sorokin et surtout ceux beaucoup plus récents de Metschnikoff ([2]) ont fait entrer cette question dans la voie expérimentale. J'ai moi-même entrepris des recherches du même genre (*Bulletin scientifique du Nord*, novembre 1879); je ne puis donc qu'appuyer, après bien d'autres, l'idée générale émise par M. Dumas.

» 1. Il n'existe pas une espèce d'*Entomophthora* parasite de tous les insectes; mais, jusqu'à présent, les espèces connues sont spéciales à un insecte déterminé, ou seulement à quelques espèces très voisines. Les expériences devraient être faites avec un *Entomophthora* des pucerons, l'*E. Planchoniana* (M. Cornu) par exemple. En dehors des Entomophthorées, on pourrait essayer encore le *Microcera coccophila* (Desm.) (Stilbacées). Toutefois, cette dernière espèce paraît se développer surtout sur les pucerons déjà malades ou mourants.

» De plus, je n'ai pu réussir encore (et d'autres n'ont pas été plus heureux) à cultiver aucune espèce d'*Entomophthora* dans un milieu artificiel. Il n'en est pas de même de l'*Isaria destructor*, parasite du hanneton

([1]) *Comptes rendus*, p. 249-252.

([2]) *Sur les maladies du hanneton des blés* (*Anisoplia austriaca*), publié en russe à Odessa, janvier 1879.

des blés et d'autres Coléoptères (1); Metschnikoff a réussi à faire prospérer et fructifier ce champignon sur de l'asbeste ou du coton imbibé de bière de maïs, en dehors de tout substratum animal, ce qui permet de l'avoir à chaque instant à sa disposition.

» Les idées de Hagen, d'après lesquelles la levûre de bière serait susceptible de donner naissance à des *Entomophthora*, sont inacceptables dans l'état actuel de la Science. Si la levûre tue les insectes, ce qui est très possible, c'est comme levûre qu'elle agit et non comme germe d'autres champignons (2); je doute fort toutefois qu'on puisse détruire le Phylloxera des racines par un simple arrosage avec de la levûre diluée.

» 2° Si, par hasard, on réussissait à propager l'*Entomophthora* des Syrphes, on sauverait par là même l'existence de milliers de pucerons.

» Les Syrphes sont en effet, à l'état larvaire, de grands mangeurs d'Aphidiens, et, chose particulièrement intéressante, les larves de Syrphiens sont bien plus indifférentes que les champignons sur le choix des insectes qu'elles attaquent. C'est ainsi que j'ai trouvé communément à Wimereux une belle larve de Syrphien vivant aux dépens d'un puceron très aberrant, la *Livia juncorum* (3). La *Livia* produit sur le *Juncus lamprocarpus* (Ehr) des sortes de galles situées au bas des tiges et souvent plongées dans l'eau. Le puceron est, en outre, couvert d'une sécrétion cireuse très abondante, qui le protége contre l'humidité. Malgré ces circonstances, en apparence très favorables, les *Livia* n'échappent nullement aux attaques d'une larve de *Syrphus*, qui dévore également les pucerons ordinaires.

» D'autre part, on connaît peu ou point les premiers états d'un certain nombre de Syrphiens. Les beaux genres *Doros* et *Chrysotoxum* pondent à terre au milieu des herbes, et leurs larves sont évidemment souterraines. J'ai aussi rencontré des larves de Diptères et probablement de Syrphiens dans des fourmilières où étaient élevés des pucerons sur des racines de Graminées, de *Taraxacum*, etc. Nous avons donc, dans ces Diptères, des auxiliaires qu'il ne nous est pas permis de négliger, à côté de tous ceux que nous pourrons trouver, soit dans le règne animal, soit dans le règne végétal. »

---

(1) L'*Isaria* attaque également la lame et la nymphe souterraines de l'*Anisoplia*.

(2) Les expériences de Popoff et celles de mon ancien élève E. Marix montrent que la levûre, introduite dans le sang ou même dans le tube digestif des Vertébrés, produit des accidents rapidement mortels.

(3) *Bulletin scientifique du Nord*, 1878, p. 11

VITICULTURE. — *Mémoire sur les moyens applicables à la destruction du Phylloxera;* par M. le Dr **Hamm**.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« De tous les moyens insecticides employés jusqu'ici avec quelque succès pour combattre les effets désastreux du Phylloxera sur la vigne, le plus ancien, et celui auquel on a encore aujourd'hui le plus souvent recours, est le sulfure de carbone. Dans le commencement, ce liquide éthéré avait été employé en quantités considérables dans un but de complète intoxication du sol. Or, par ce moyen, il arrivait que, au lieu d'apporter remède au mal, on ne faisait que le rendre pire; les ceps de vigne infestés qu'on se proposait de guérir étaient littéralement tués par la force exagérée du médicament, et détruits à la racine. Plus tard, et jusque dans les derniers temps, instruit par l'expérience, on a fait usage de ce liquide à petites doses et de manière à ne pas produire sur les ceps un effet irrémédiable, pire que la maladie même. Mais ce procédé, pour être efficace, devait être répété souvent, et l'on a dû reconnaître que le sulfure de carbone, même employé à petites doses, ne laissait pas de produire sur la vigne un effet nuisible à la végétation, lequel ne pouvait être combattu que par l'emploi de riches engrais, propres à rendre aux ceps la force qui leur était enlevée, mais, de leur nature, dispendieux. Là où ce soin était négligé, la vigne infestée, affaiblie déjà d'avance, n'en périssait que plus sûrement. Ce sont là des expériences que nous n'avons faites, hélas ! que trop souvent dans les vignobles attaqués par le Phylloxera dans la basse Autriche. On a de même observé que l'évaporation du sulfure de carbone s'effectue, suivant la nature du sol, d'une façon qui varie à l'infini et dans des proportions impossibles à prévoir : ici elle s'opère avec une rapidité étonnante; là, moins promptement et dans des conditions plus régulières; ailleurs enfin, l'évaporation a lieu très lentement, suivant que le sol est crevassé, poreux ou humide. Toutefois, et il n'existe nul doute à cet égard, le fluide insecticide agit avec le plus d'efficacité là où l'évaporation est la plus lente, la plus égale, ce qui lui permet, d'un côté, de pénétrer plus profondément dans le sol et de s'y étendre davantage, en même temps que d'un autre côté son séjour plus prolongé lui permet d'agir plus efficacement sur l'insecte qu'il est destiné à détruire, que s'il s'échappait presque aussitôt par les issues qui lui sont offertes pour aller se perdre dans l'air atmosphérique. C'est sur

l'observation ainsi faite que repose le principe des cubes Rohart. Mais ce système, quelque rationnel et juste qu'il soit d'ailleurs, doit pouvoir être employé à peu de frais, et son succès ne doit pas dépendre de la nature particulière du sol; de telle sorte que, par exemple, dans un terrain sec, privé de l'humidité nécessaire pour la prompte décomposition des capsules gélatineuses dans lesquelles le sulfure de carbone est enfermé, son succès reste toujours incertain.

» M'étant livré depuis de longues années et sans relâche à l'étude de la matière, je crois avoir trouvé le moyen de parer aux inconvénients que peut trouver çà et là, dans son emploi, le système des cubes Rohart, et je prends la liberté de soumettre ici à l'examen mes explications à ce sujet et les conclusions que j'en tire.

» De toutes les matières connues qui servent à absorber et contenir en elles les liquides, la terre d'infusoires (ou poudre siliceuse) est celle qui absorbe le sulfure de carbone en plus grande quantité, tandis que c'est aussi celle qui en permet le moins l'évaporation. La terre d'infusoires peut retenir de six à huit fois son propre poids de sulfure de carbone, et ne laisse s'évaporer de cette quantité, dans l'espace de quatre jours, que les 0,4. Pour imprégner le sol autour d'un cep de vigne de 10^{gr} de sulfure de carbone, on a besoin tout au plus de 2^{gr} de terre d'infusoires; d'où il résulte que, avec une dose de 20^{gr}, on peut porter sur la racine d'un cep 160^{gr} de sulfure de carbone, quantité qui, si elle y était introduite par infusion directe, ne manquerait pas de tuer instantanément la plante; mais, appliquée sous la forme dont il est question ici, c'est-à-dire par l'intermédiaire de la terre d'infusoires, elle ne saurait lui nuire que très peu et certainement, en tout cas, beaucoup moins que ne le feraient 10^{gr} de sulfure de carbone directement introduits à la racine du cep. En outre, l'évaporation du sulfure de carbone contenu dans la terre d'infusoires se faisant, comme il vient d'être dit, dans de si petites proportions, que dans l'espace de quatre jours seulement 0,4 du poids s'en échappent à l'air libre, c'est dire qu'en employant 20^{gr} de terre d'infusoires, 8^{gr} de sulfure de carbone seulement s'évaporeront. L'effet produit dans le sol par le fluide insecticide en sera beaucoup plus radical, la durée de son séjour aura plus de ténacité, ses vapeurs s'étendront sur une plus grande étendue, et par là rendront certaine l'extirpation de l'insecte malfaisant. Supposons maintenant, sur la base des calculs qui viennent d'être faits, qu'un hectare de terrain soit planté de 12000 ceps de vigne, de quelle quantité de terre d'infusoires aurait-on besoin pour y appliquer le système de désinfection dont

il est question ici? On n'aurait pas besoin de plus de 240^{kg} de cette matière, et un wagon de chemin de fer en peut transporter plus qu'il n'en faut pour 40 hectares de vigne.

» On sait qu'il existe, dans beaucoup de lieux, des gisements de terre d'infusoires, dont on ne fait que peu ou point usage; cette matière absorbante ne serait donc pas difficile à se procurer dans des conditions de bon marché. Quant à la préparation du mélange insecticide, rien de plus facile ni de moins onéreux, et les frais dans lesquels son emploi entraîne sont également minimes. L'imprégnation de la terre d'infusoires avec le sulfure de carbone se fait d'une manière très simple et ne réclame l'usage d'aucun instrument particulier, d'aucun appareil. Le dosage, ainsi que l'introduction au pied du cep, déblayé à cet effet jusqu'à une profondeur d'environ 0^{m},40, des masses de terre d'infusoires imprégnées, se fait au moyen d'une cuiller en fer-blanc; un travailleur marche en avant, qui ouvre le sol; un autre le suit, qui remplit; un troisième vient enfin, qui recouvre l'excavation, et tout est fini. Il n'est pas non plus nécessaire de répéter l'opération plusieurs fois pendant le cours d'une année; aussi les frais occasionnés par ce procédé sont-ils incomparablement moindres que ceux auxquels oblige le traitement au moyen du pal distributeur, en usage jusqu'ici, et qui exigeait qu'on répétât l'infusion trois fois dans le cours d'une année. La profondeur de 0^{m},40, indiquée plus haut comme étant la plus convenable à l'introduction de la préparation insecticide, est parfaitement suffisante, en ce que le sulfure de carbone, ne s'évaporant qu'avec une extrême lenteur, tend à pénétrer par son poids spécifique dans les couches inférieures et à s'y répandre. En outre, un avantage particulier que présente le procédé préconisé ici est que, dans les lieux infestés, les ceps de la vigne devant nécessairement tous être mis à découvert, pour constater l'intensité et l'étendue du mal, on peut profiter du moment où ce travail important a lieu pour procéder à l'application du remède.

» A la place de la terre d'infusoires, il est une autre matière qu'on peut aussi employer pour l'absorption du sulfure de carbone, je veux dire le guano du Pérou. A l'analyse des cendres, cette matière montre très souvent sous le microscope des restes abondants de Diatomées, tels que ceux dont se compose la terre d'infusoires. Cette circonstance seule suffirait pour qu'on pût espérer un succès favorable de l'emploi du guano du Pérou, comme matière d'absorption du sulfure de carbone. En effet, le guano du Pérou est susceptible d'absorber la moitié de son poids de sulfure de carbone; de sorte que, pour introduire au pied d'un cep de vigne 10^{gr} de

l'insecticide, on n'a besoin que de 20^{gr} de guano; calcule-t-on maintenant par hectare la quantité voulue, on voit qu'elle est de 2,5 quintaux métriques = 250^{kg}. Avec ce procédé, il serait nécessaire, il est vrai, de répéter l'opération trois fois dans une année, ce qui, eu égard au prix du guano du Pérou, occasionnerait une augmentation de frais considérable, comparativement avec la terre d'infusoires comme matière absorbante. Toutefois, on y gagnerait d'un autre côté, car le riche engrais dont chaque cep de vigne doit être pourvu après l'emploi du sulfure de carbone au moyen de la terre d'infusoires, étant fourni par le guano du Pérou lui-même, offrirait une compensation plus que suffisante.

» Après l'avoir fait précéder de ces observations, j'ose prendre la liberté d'exposer ici une idée tout à fait nouvelle (¹), ayant pour objet la destruction du Phylloxera.

» Chacun sait qu'à de certaines époques, dont les retours se produisent d'une façon aussi inexplicable qu'inattendue, des insectes nuisibles aux plantes et à la végétation font leur apparition en quantité vraiment surprenante. Non moins soudainement et d'une façon tout aussi inattendue, ces insectes disparaissent du sol comme s'ils en avaient été balayés; un temps assez long s'écoule sans qu'on en voie aucune trace; puis, tout à coup, il en reparaît des myriades sans qu'on sache comment et de quelle manière cela se fait. Toutefois, si l'apparition périodique de ces insectes est encore, partiellement du moins, un mystère pour la Science, leur disparition ne l'est plus : ils succombent, presque tous et par millions à la fois à des épidémies, éclatant tout à coup et dues à des formations végétales d'une petitesse infinie, à des champignons (*Myces, Mycetes*) que le microscope seul permet d'apercevoir et qui tous portent en eux des germes épidémiques. Chez les Diptères, les larves des Coléoptères et surtout chez les Chenilles, de semblables épidémies causées par les champignons ont été souvent observées et soumises à l'examen de la Science. Les Thallophytes qu'ils forment appartiennent généralement aux classes des Schizomycètes (species : *Bacterium, Vibrio, Micrococcus, Bacillus*, etc.), Pyrénomycètes (species : *Botrytis, Fumago, Cordiceps vel Isaria*, etc.) et

---

(¹) M. le Dr Hamm n'avait pas connaissance des réflexions exposées dans la séance du 9 février au sujet de l'espoir à fonder, pour la destruction spontanée du Phylloxera, sur l'intervention de ses ennemis naturels. Son opinion, conçue d'une manière indépendante, venant confirmer et préciser celle qui était soumise il y a un mois à l'Académie, n'en a que plus d'intérêt. (*Note du Secrétaire perpétuel.*)

Basidiomycètes (species : *Entomophthora, Empusa,* etc.); leurs spores essaimants, et qui s'étendent souvent comme des harpons, s'attachent aux parties molles du corps des insectes, dans l'intérieur duquel leur mycélium rameux se développe avec une rapidité extraordinaire, sans manifestation extérieure, jusqu'à ce que ses branches perforent la peau et causent ainsi la mort de celui qui leur accorde cette hospitalité dangereuse, assurant en même temps par là leur propre reproduction. Si l'on considère la quantité extraordinaire des spores et la facilité extrême avec laquelle ils s'attachent et se colonisent, on ne saurait s'étonner que les maladies qu'ils produisent soient épidémiques, ni de ce que, parmi l'espèce des insectes affectés, une mort subite se répande avec les mêmes caractères sur un grand nombre d'individus.

» Chez les Chenilles du *Gastropacha pini*, qui tout à coup apparues par myriades ont souvent dévasté des forêts entières de Conifères, on a constaté à différentes reprises que le champignon Cordiceps, connu aussi sous la forme de conidies, comme *Isaria*, produit une épidémie qui, dans l'espace de quelques jours, détruit 80 pour 100 de ces malfaisants insectes; parmi les Chenilles de l'espèce Pieris (*P. brassicæ et rapæ*), le champignon *Entomophthora radicans* fait également son apparition avec un caractère épidémique. Parmi les épidémies produites par des champignons, celles qui ont été étudiées avec le plus de soin et d'exactitude sont les maladies des vers à soie : la muscardine, produite par le champignon *Botrytis bassiana ;* la pébrine ou maladie des corpuscules, dont la cause est un champignon pathogène de la famille des Bactéridies, *Nosema bombycis;* enfin la flacherie, produite par l'apparition simultanée des champignons *Micrococcus* et *Vibrio*. La pourriture des larves chez les Abeilles est également produite par une pullulation de Bactéridies. C'est en partie à de semblables épidémies qu'on doit aussi attribuer, dans les années où les hannetons font d'habitude leur apparition en masse, l'absence totale de ces insectes et autres Coléoptères, simplement parce que leurs larves ont péri par ces maladies : on a souvent observé de telles larves malades. Non moins fatal est ce mal contagieux aux Diptères, aux Hyménoptères, Abeilles, Bourdons, Cousins, Mouches, etc. Tout le monde connaît les Mouches domestiques enveloppées dans un plasma blanc rempli de spores de l'*Empusa muscæ*, dans leur singulière rigidité.

» Bref, on est arrivé à se demander si les Hémiptères (*Rhynchota*), particulièrement les Aphides, ne sont pas également soumis aux influences pernicieuses des champignons pathogènes. Leur organisation, la complexion

molle de leur corps autorisent cette supposition, et il y aurait, en effet, lieu de s'étonner beaucoup qu'ils ne le fussent pas. Jusqu'ici, aucune investigation, que je sache du moins, n'a été faite à cet égard, et pourtant il serait de la plus haute importance qu'on s'y livrât; car, si ces insectes à la peau tendre et délicate sont soumis à l'influence des champignons pathogènes, nous aurions trouvé peut-être un nouveau moyen d'essayer nos forces contre l'ennemi terrible de nos vignobles, en répandant partout où il se trouve des épidémies artificiellement produites par l'un ou l'autre des ferments ou des champignons pathogènes qui les engendrent.

» L'idée d'un pareil moyen n'est pas aussi théorique et inexécutable qu'il peut en avoir l'air à première vue. Il s'agirait, avant tout, de s'assurer si les Aphidiens, en général, sont accessibles à la contagion de certaines épidémies fongiques, et laquelle des espèces de *Protophyta* ou *Carposporeæ* est propre à produire sur eux l'effet destructif le plus prompt et le plus énergique; ensuite la question serait de produire, artificiellement et en énormes quantités, les mycètes pathogènes, pour les employer comme semence d'infection à répandre dans tous les lieux où le Phylloxera exerce ses ravages; ce qui, comme on le verra par les quelques explications qui vont suivre, ne présente pas la moindre difficulté. Il est notoirement connu, par exemple, que les myces *Micrococcus* et *Vibrio*, qui sont la cause de la flacherie chez les Vers à soie (le ferment moniliforme de M. Pasteur et la levûre putride de M. Hallier), peuvent être produits en aussi grandes masses qu'on le désire, au moyen d'infusions faites sur des insectes écrasés de quelque espèce qu'ils soient. On peut également produire et multiplier à l'infini et dans un épais fluide extractif, tel que, par exemple, la trempe de bière, différentes espèces de Schizomycètes et de Carpospores, qu'on rencontre avec le caractère épidémique chez les Chenilles et les larves des Coléoptères. Rien ne serait plus facile, cela une fois atteint, que de répandre et d'introduire dans le sol, en les mélangeant, pour en assurer la distribution à peu près égale, de sable fin ou d'engrais pulvérisé, les champignons ou myces ainsi cultivés, et amener de cette manière, par la peste, une mort prompte et certaine dans tous les lieux où se trouve l'insecte redouté. La chose se présente sous un jour d'autant plus clair que la ténacité bien connue de la vie chez les corpuscules germes des Bactéridies est une garantie de leur efficacité, même dans le sein de la terre. S'il y avait encore à ce sujet des doutes, les recherches faites dernièrement par M. Pasteur sur la cause du charbon ou anthrax seraient de nature à les lever, en ce que ce célèbre physicien attribue cette maladie à des Bactéridies qui se sont parfaitement

maintenues, développées et multipliées pendant dix mois à diverses profondeurs du sol, de sorte qu'elles sont en tout temps en état de propager la contagion qu'elles portent en elles. »

AGRONOMIE. — *Sur l'influence toxique que le mycélium des racines de la vigne exerce sur le Phylloxera.* Note de M. **A. Rommier**, présentée par M. P. Thenard.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« MM. Ch. Brongniart et Max. Cornu, d'une part, et M. Donkier de Donceel, d'autre part, viennent de publier des recherches très intéressantes sur l'empoisonnement des mouches et autres insectes par des champignons, et particulièrement par la levûre de bière.

» M. Dumas, partant de ces propositions, s'est demandé si les propriétés vénéneuses de certains champignons, dont on favoriserait le développement, ne seraient pas applicables à la destruction du Phylloxera.

» Le fait suivant, sans résoudre la question principale, vient cependant à l'appui de cette vue nouvelle : nous remarquons en effet depuis quatre ans que, sur des racines phylloxérées placées dans des flacons d'expériences entretenus à une température de 15° à 20°, s'il se développe un mycélium à longs filaments blancs, le Phylloxera disparaît, tandis qu'il pullule indéfiniment dans le cas contraire.

» Est-ce à dire que, pour détruire le Phylloxera, il faille pousser au développement de ce mycélium? Évidemment non, puisque son apparition est un signe de la mort prochaine de la vigne; mais le fait n'en rentre pas moins dans les idées avancées par MM. Dumas et Max. Cornu, sur l'influence que des végétaux d'un ordre inférieur peuvent exercer sur l'existence de l'insecte. Il explique aussi pourquoi, dans les vignes phylloxérées dont les racines se couvrent de moisissures, on ne rencontre presque plus de Phylloxeras. »

Observations verbales; par M. **Pasteur**.

« Je suis très heureux de constater que M. Dumas et M. Thenard, qui ont fait connaître les insecticides les plus parfaits contre le Phylloxera et qui en ont démontré l'efficacité, bien loin de s'arrêter à ce qui est définitive-

ment acquis, poussent en avant les observateurs et les pressent dans une voie nouvelle d'études et d'expériences. Cette voie nouvelle est précisément celle que j'aurais aimé à suivre si d'autres études m'avaient laissé le loisir de m'occuper du terrible fléau. Il faut applaudir à la découverte et à l'application déjà si fructueuse des insecticides, sans oublier que leur action est locale. Quand la vie a une puissance égale à celle qui se manifeste dans la reproduction du Phylloxera, c'est par la vie principalement et par une puissance de reproduction supérieure qu'on peut espérer triompher. Comme toutes les espèces vivantes, le Phylloxera doit avoir ses maladies, ses parasites, des causes naturelles de destruction.

» Je rechercherais ces maladies et ces parasites. De ces derniers j'étudierais les propriétés, afin de savoir s'il n'est pas possible de les multiplier et de les opposer au Phylloxera. En 1865, la race des vers à soie était bien près d'être anéantie en France par l'organisme microscopique désigné sous le nom de *corpuscule de Cornalia,* et cela alors même qu'on faisait tout pour éloigner cet ennemi du précieux insecte. Ici, et en ce qui concerne le Phylloxera, il faut tenter de renverser le problème. Cherchons à l'espèce Phylloxera un parasite, et, loin de combattre ce dernier, faisons qu'il se multiplie et s'attache au Phylloxera jusqu'à le détruire, comme il eût été si facile de détruire la race ver à soie par le parasite corpuscule de la pébrine. »

M. **Émile Blanchard**, à la suite de la précédente Communication, rappelle qu'il s'est désintéressé de la question du Phylloxera, les opérations n'ayant pas été conduites selon le vœu des naturalistes; il n'a pris aucune part aux récentes discussions qui se sont élevées à ce sujet dans le sein de l'Académie. Dans la circonstance actuelle, il regarde pourtant comme un devoir de ne pas laisser se propager des illusions, naître des espérances qui seraient fatalement déçues.

Il est réel que les animaux en général se trouvent exposés aux atteintes de parasites et que des individus périssent, en nombre plus ou moins notable, suivant les conditions d'existence des espèces; mais il est avéré, par les études d'une foule d'investigateurs, que les destructions accomplies dans la nature par les êtres parasites demeurent toujours, relativement à la quantité des individus, dans des proportions restreintes. Il est donc impossible de s'arrêter à l'idée de répandre un parasite chargé d'anéantir le Phylloxera.

Lorsqu'on cite l'exemple des vers à soie frappés d'affections mortelles ou succombant en grandes masses envahis par un végétal parasite, on ou-

blie que nulle comparaison ne saurait être faite entre le Phylloxera, vivant sous terre dans une sauvage indépendance, et le ver à soie, maintenu hors des voies de la nature et marqué d'ailleurs de tous les signes de la dégénérescence amenée par l'état de domesticité. A l'époque où la *muscardine* apparut dans les magnaneries, on ne tarda point à reconnaître que la terrible maladie des vers à soie était due à la présence d'un champignon parasite, un *Bothrytis;* l'observation, alors mise en éveil, procura la connaissance d'affections analogues chez différents insectes. On put acquérir ainsi des preuves que, pour chaque espèce, la plupart des individus échappent aux parasites.

A l'égard des insecticides imaginés en vue de la destruction du Phylloxera, M. Émile Blanchard rappelle ses efforts pour arrêter une confiance exagérée. Il signale l'innocuité de substances acides ou alcalines sur les téguments des insectes; il énumère les causes qui rendent fort difficile l'asphyxie complète des bêtes souterraines au moyen de gaz délétères, qui s'échappent dans un court espace de temps. L'exemple des submersions prolongées pendant six semaines sans avoir fait périr tous les Phylloxeras est démonstratif.

Relativement à la façon d'interpréter ses paroles comme une manière de décourager les investigateurs, M. Émile Blanchard n'a qu'une réponse bien simple à faire : c'est lui qui, dès l'année 1871, au moment où l'Administration promettait un gros prix à l'inventeur d'un procédé capable de détruire le Phylloxera, insistait énergiquement pour qu'on demandât une « étude très parfaite de l'animal nuisible, de son organisation, des conditions de son existence, de son mode de propagation », une pareille étude devant conduire à discerner dans quelle direction il faudrait opérer pour arriver au but (1). »

Réponse de M. **Pasteur** *à M. Blanchard.*

« Notre excellent confrère M. Blanchard vient de traiter non sans un certain dédain les observations que MM. Dumas, Thenard et moi nous avons présentées. Ce sont pour lui des illusions contre lesquelles c'est son devoir, dit-il, de prémunir les viticulteurs et les savants. Que M. Blanchard me permette de lui dire qu'il a raisonné en naturaliste et non en expérimentateur. Il nous rappelle que, s'il est d'accord avec nous sur ce point que

(1) *L'Instruction générale en France* (*Revue des Deux-Mondes*, 15 octobre 1871, p. 822).

les espèces animales ont des parasites qui causent certains ravages, on n'a jamais vu ces ennemis anéantir toute une espèce. Mais je demande que, après avoir recherché et découvert certains ennemis naturels microscopiques du Phylloxera, on tente de les multiplier et de les opposer à cette race maudite : on fera alors de l'expérimentation. M. Blanchard met en relief la puissance de reproduction du Phylloxera : je vais lui citer des faits d'histoire naturelle qui lui montreront que la multiplication extraordinaire du Phylloxera n'est qu'une niaiserie à côté de la puissance de vie et de propagation de certains parasites. La salle qui nous rassemble en ce moment est bien grande; elle a des centaines de mètres cubes de capacité. Je me ferais fort de la remplir d'un liquide de nature telle, que, en y semant un organisme microscopique parasite des Gallinacés, dans l'intervalle de quelques heures tout ce vase de capacité immense serait troublé par la présence du parasite, et en si grande abondance, que tous les Phylloxeras du monde seraient, pour leur nombre comparé au nombre des individus du parasite dont je parle, comme une goutte d'eau dans la mer. Je me place ainsi sur le terrain de l'Histoire naturelle, mais de l'Histoire naturelle expérimentale.

» M. Blanchard ne voit qu'illusions dans les idées qui viennent d'être émises. Je prends la liberté de lui rappeler que les illusions de l'expérimentateur sont une grande partie de sa force; ce sont les idées préconçues qui lui servent de guide. De celles-ci beaucoup, le long du chemin qu'il parcourt, s'évanouissent; mais, un beau jour, il reconnaît et il prouve que certaines d'entre elles sont adéquates à la vérité. Alors il se trouve maître de faits et de principes nouveaux dont les applications, tôt ou tard, répandent leurs bienfaits. »

M. **J. de Merényi** adresse un Mémoire sur la solution de divers problèmes de Géométrie.

(Commissaires : MM. Hermite, O. Bonnet, Puiseux.)

M. **Ménétrier** adresse une Note sur la propagation de la lumière et son application à la théorie de l'arc-en-ciel.

(Commissaires : MM. Desains, Cornu.)

M. **Is. Coffin** adresse de New-York, par l'entremise de la Légation des États-Unis, un Mémoire relatif à un traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. **Audigé**, M. **Bourgoin**, M. **Boutmy**, M. **Ed. Collignon**, M. **Crafts**, M. **Davaine**, M. **Dujardin-Beaumetz**, M. **François-Franck**, M. **Gréhant**, M. **Haro**, M. **Leudger-Fortmorel**, M. **Riban**, M. **Simonin**, M. **Souillart**, M. **Studer**, M. **Thollon**, M. **Toussaint** adressent leurs remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. **Périgaud**, M. **Perrotin** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place d'Astronome titulaire, vacante à l'Observatoire de Paris.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. le **Ministre de la Guerre** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, le Tome XXXV (3ᵉ série) du « Recueil des Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume adressé de Vienne par M. *de Burg* et relatif à l'efficacité des soupapes de sûreté adaptées aux chaudières. (Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

2° Un Volume adressé par M. *S.-L. Schenck*, de l'Université de Vienne, sous le titre « Mittheilungen aus dem embryologischen Institute, I. Band ». (Renvoi à M. Robin.)

3° La seconde année des « Revues scientifiques » publiées sous la direction de M. *P. Bert*.

4° Une Brochure de M. *E. Trélat*, intitulée « Note sur l'effondrement du marché du Château-d'Eau ».

5° Deux Lettres de M. *Forel* et de M. *Soret*, concernant les « seiches dicrotes ». (Extrait des *Archives de Genève*.)

ASTRONOMIE. — *Ephéméride de la planète* (103) *Héra, pour l'opposition de* 1880. Note de M. O. Callandreau, présentée par M. Mouchez.

Minuit T. M. de Berlin 1880.	Æ apparente.	Différence.	Déclinaison apparente.	Différence.	log Δ.	Temps d'aberration.
	h m s	s	° ′ ″	′ ″		m s
Avril 1 ..	13.46.20,95	−44,44	−2.55.38,5	+6. 1,2		
2 ..	13.45.36,51	−45,16	−2.49.37,3	+6. 1,2	0,25894	15. 4
3 ..	13.44.51,35	−45,82	−2.43.36,1	+6. 1,0		
4 ..	13.44. 5,53	−46,42	−2.37.35,1	+6. 0,5		
5 ..	13.43.19,11	−46,96	−2.31.34,6	+5.59,6		
6 ..	13.42.32,15	−47,45	−2.25.35,0	+5.58,1	0,25586	14.57
7 ..	13.41.44,70	−47,88	−2.19.36,9	+5.56,4		
8 ..	13.40.56,82	−48,27	−2.13.40,5	+5.54,2		
9 ..	13.40. 8,55	−48,59	−2. 7.46,3	+5.51,7		
10 ..	13.39.19,96	−48,85	−2. 1.54,6	+5.48,8	0,25384	14.53
11 ..	13.38.31,11	−49,05	−1.56. 5,8	+5.45,5		
12 ..	13.37.42,06	−49,20	−1.50.20,3	+5.41,8		
13 .	13.36.52,86	−49,29	−1.44.38,5	+5.37,7		
14 ..	13.36. 3,57	−49,31	−1.39. 0,8	+5.33,4	0,25291	14.51
15 ..	13.35.14,26	−49,27	−1.33.27,4	+5.28,5		
16 ..	13.34.24,99	−49,19	−1.27.58,9	+5.23,4		
17 ..	13.33.35,80	−49,05	−1.22.35,5	+5.18,0		
18 ..	13.32.46,75	−48,84	−1.17.17,5	+5.12,1	0,25307	14.51
19 ..	13.31.57,91	−48,58	−1.12. 5,4	+5. 6,0		
20 ..	13.31. 9,33	−48,27	−1. 6.59,4	+4.59,6		
21 ..	13.30.21,06	−47,92	−1. 1.59,8	+4.52,9		
22 ..	13.29.33,14	−47,50	−0.57. 6,9	+4.45,9	0,25430	14.54
23 ..	13.28.45,64	−47,04	−0.52.21,0	+4.38,7		
24 ..	13.27.58,60	−46,53	−0.47.42,3	+4.31,2		
25 ..	13.27.12,07	−45,97	−0.43.11,1	+4.23,4		
26 ..	13.26.26,10	−45,36	−0.38.47,7	+4.15,4	0,25656	14.59
27 ..	13.25.40,74	−44,71	−0.34.32,3	+4. 7,2		
28 ..	13.24.56,03	−44,02	−0.30.25,1	+3.58,9		
29 ..	13.24.12,01	−43,29	−0.26.26,2	+3.50,2		
30 ..	13.23.28,72	−42,50	−0.22.36,0	+3.41,3	0,25980	15. 5
Mai 1 ..	13.22.46,22	−41,66	−0.18.54,7	+3.32,1		
2 ..	13.22. 4,56	−40,80	−0.15.22,6	+3.22,8		
3 ..	13.21.23,76	−39,89	−0.11.59,8	+3.13,3		
4 ..	13.20.43,87	−38,93	−0. 8.46,5	+3. 3,7	0,26397	15.14
5 ..	13.20. 4,94	−37,94	−0. 5.42,8	+2.53,9		
6 ..	13.19.27,00	−36,91	−0. 2.48,9	+2.43,9		
7 ..	13.18.50,09	−35,85	−0. 0. 5,0	+2.33,9		
8 ..	13.18.14,24	−34,75	+0. 2.28,9	+2.23,7	0,26899	15.25
9 ..	13.17.39,49	−33,61	+0. 4.52,6	+2.13,4		
10 ..	13.17. 5,88	−32,44	+0. 7. 6,0	+2. 3,1		
11 ..	13.16.33,44	−31,25	+0. 9. 9,1	+1.52,8		
12 ..	13.16. 2,19		+0.11. 1,9		0,27478	15.37

La planète est de 10-11e grandeur. Elle sera en opposition au milieu d'avril.

ASTRONOMIE. — *Lois concernant la distribution des astres du système solaire.* Note de M. L. GAUSSIN.

« 1° *Les distances des planètes au Soleil et celles des satellites à leur planète sont en progression géométrique:*

$$a = \alpha k^n. \tag{1}$$

» D'après l'énoncé de cette loi, il ne faudrait pas croire que, dans chaque système, le premier satellite occupe le premier rang dans la progression, ni qu'il ne peut y avoir de lacunes dans la succession des satellites.

» *Système de Jupiter.* — Si l'on prend les rapports successifs des distances des satellites à la planète, on obtient les nombres 1,59, 1,60, 1,76, qui diffèrent peu les uns des autres. Puisqu'il s'agissait de rapports, j'ai préféré faire la moyenne géométrique plutôt que la moyenne arithmétique. Les deux résultats sont d'ailleurs presque identiques, et les conclusions qu'on en tire ne sont point changées. Le rapport moyen étant ainsi obtenu provisoirement, je l'introduis dans la formule (1) et je détermine les valeurs correspondantes de α et de n. C'est ainsi que j'ai vu que le premier satellite occupe la troisième place dans la progression, le deuxième la quatrième, et ainsi de suite. Les rangs des satellites étant connus, je reviens à la formule (1), dans laquelle je détermine définitivement α et k, et je trouve $k = 1,6425$, $\alpha = 1,336$.

» Le Tableau suivant fait ressortir l'accord que présentent le calcul et l'observation :

	Premier satellite.	Deuxième satellite.	Troisième satellite.	Quatrième satellite.
Distances calculées...	5,92	9,72	15,97	26,23
Distances réelles.....	6,05	9,62	15,35	27,00

» *Système d'Uranus.* — En procédant pour Uranus comme pour Jupiter, on trouve qu'Ariel occupe la cinquième place dans la progression, Umbriel la sixième, etc.; $k = 1,469$, $\alpha = 1,035$.

	Ariel.	Umbriel.	Titania.	Obéron.
Distances calculées...	7,08	10,39	15,27	22,43
Distances réelles.....	7,13	9,94	16,30	21,80

» *Système de Mars.* — Dans ce système, α peut être considéré comme

égal à l'unité : la différence n'est que de $\frac{1}{2000}$, $k = 2,5844$; Phobos occupe la première place de la progression et Deïmos la deuxième.

	Phobos.	Deïmos.
Distances calculées......	2,584	6,679
Distances réelles........	2,585	6,669

» *Système de Saturne.* — Dans le système de Saturne, les satellites, y compris les anneaux, sont au nombre de onze. Un premier examen suffit pour faire reconnaître que, bien que ce nombre soit plus élevé que dans les autres systèmes, la progression présente quelques lacunes. D'autre part, la raison k est voisine de l'unité ; il en résulte, vu les perturbations qui se sont produites dans la position des satellites, une certaine indécision. La discussion des chiffres prouve qu'il doit y avoir une place vacante entre l'anneau extérieur et Mimas, très probablement trois entre Rhéa et Titan, et un peu moins sûrement trois autres aussi entre Hypéron et Japhet ; de sorte que ce dernier satellite occuperait la dix-huitième place dans la progression, l'anneau obscur se trouvant à la première. Cela admis, j'ai obtenu $k = 1,2577$, $\alpha = 1,0881$.

	Anneau obscur.	Premier anneau brillant.	Deuxième anneau brillant.	Mimas.	Encelade.	Thétis.	Dioné.	Rhéa.	Titan.	Hypérion.	Japhet.
Dist. calculées.	1,37	1,72	2,16	3,42	4,31	5,42	6,81	8,57	21,45	26,97	67,50
Dist. réelles...	1,35	1,72	2,12	3,35	4,30	5,28	6,82	9,52	22,08	26,78	64,36

» *Nota.* — Les distances des anneaux sont les rayons de gyration, la densité de chaque anneau étant supposée uniforme.

La découverte d'un ou de plusieurs nouveaux satellites viendrait lever toute indécision. Mais, quelle que soit l'hypothèse qui prévaudra, il est certain que les satellites pourront être considérés comme rangés en une progression dont la raison différera très peu de celle que j'ai cru devoir adopter.

» *Système solaire.* — En exprimant les demi-grands axes des orbites des planètes en rayons du Soleil, on obtient le tableau suivant :

Mercure.	Vénus.	La Terre.	Mars.	Pl. télesc.	Jupiter.	Saturne.	Uranus.	Neptune.
83,014	155,12	214,45	326,76	588,57	1115,76	2045,65	4113,86	6445,40

» En résolvant l'équation $a = \alpha k^n$, on trouve $\alpha = 1$, $k = 1,7226$. La moyenne des rapports successifs donne la valeur, presque identique, $k = 1,7229$. On reconnaît en outre que Mercure occupe le huitième rang dans la progression, Vénus le neuvième, et ainsi de suite jusqu'à Neptune, qui occupe le seizième.

» En exprimant les distances des planètes au moyen du demi-grand axe de l'orbite terrestre, comme on le fait d'habitude, on obtient le tableau suivant :

Places......	8e	9e	10e	11e	12e	13e	14e	15e	16e
Planètes....	Mercure.	Vénus.	La Terre.	Mars.	Pl. télesc.	Jupiter.	Saturne.	Uranus.	Neptune.
Dist. calc...	0,362	0,623	1,073	1,848	3,183	5,483	9,445	16,269	28,025
Dist. réelles.	0,387	0,723	1,000	1,524	2,745	5,203	9,539	19,183	30,055

» On me permettra de faire valoir en faveur de la loi le secours que Le Verrier en aurait tiré pour déterminer une position approchée de Neptune.

» Mercure occupant le huitième rang, cela ne veut pas dire qu'il doit exister sept autres planètes plus rapprochées du Soleil. Mais, puisque l'attention se porte sur la possibilité de découvrir quelques planètes intramercurielles, on trouvera dans le tableau suivant les distances des places qu'elles pourraient occuper, le rayon du Soleil étant l'unité :

Places.........	1re	2e	3e	4e	5e	6e	7e
Distances.....	1,7	3,0	5,1	8,8	15,2	26,1	45,0

» De même, on trouverait qu'une planète située au delà de Neptune devrait être à la distance 48,3, exprimée au moyen du demi-grand axe de l'orbite terrestre [1]. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formules de quadrature à coefficients égaux*. Note de M. R. RADAU.

« La formule $\int_{-1}^{+1} \varphi(x)dx = \Sigma A \varphi(a)$ possède le *degré de précision* $n+m-1$ [en d'autres termes, elle se trouve exacte toutes les fois que $\varphi(x)$ est une fonction entière d'un degré inférieur à $n+m$] si les $2n$ constantes $a, b, \ldots, A, B, \ldots$ satisfont aux relations

$$\Sigma A a^h = \int_{-1}^{+1} x^h dx \quad (h = 0, 1, \ldots, n+m-1).$$

[1] Dans les différents systèmes que nous avons passés en revue, la valeur du coefficient α se trouve, à une exception près, égale à l'unité ou très voisine de l'unité. Pour la rendre partout égale à 1, il suffirait de changer l'unité au moyen de laquelle on évalue les distances. On pourrait aussi modifier en conséquence les valeurs de n et de k; mais, tant qu'on ne connaîtra pas la signification théorique des coefficients, on ne peut pas se considérer comme autorisé à agir ainsi.

» Le maximum de précision s'obtient en prenant $m = n$. C'est le cas de la formule de Gauss, qui atteint le degré de précision $2n - 1$.

» Parmi les cas particuliers que l'on peut encore considérer, celui où tous les coefficients ont la même valeur numérique n'est pas le moins important; il a été déjà étudié par M. Tchebychef, mais il ne sera pas sans intérêt d'aborder la question par une autre voie.

» En faisant $A = B = C = \ldots$ dans la formule $\int \varphi(x)dx = \Sigma A\, \varphi(a)$, on voit tout de suite qu'on obtiendra le degré de précision $2i + 1$ avec $2i$ ou $2i + 1$ ordonnées symétriques; on a ensuite (pour $n = 2i$ ou $2i + 1$)

$$A = \frac{2}{n}, \quad \Sigma a^2 = \frac{n}{6}, \quad \Sigma a^4 = \frac{n}{10}, \quad \ldots, \quad \Sigma a^{2i} = \frac{n}{2i+1},$$

les sommes ne comprenant plus que i termes, et les coefficients de l'équation $F(x) = 0$, qui fournit les abscisses $\pm a$, $\pm b$, ..., s'expriment facilement par les sommes des puissances des racines. Un calcul très simple donne

$$x^n - \frac{n}{6}x^{n-2} + \left(\frac{n^2}{72} - \frac{n}{20}\right)x^{n-4} - \left(\frac{n^3}{1296} - \frac{n^2}{120} + \frac{n}{42}\right)x^{n-6} \pm \ldots = 0.$$

Pour $n = 1$ et $n = 2$, on retombe sur la méthode de Gauss. Pour $n = 8$, on a deux racines réelles ($\pm 0{,}901494$) et six racines imaginaires.

» Lorsqu'il s'agit de l'intégrale $\int \varphi(x)x\,dx$, il faut prendre un nombre pair d'ordonnées ($n = 2i$) et poser

$$\int_{-1}^{+1} \varphi(x)x\,dx = A\,\Sigma[\varphi(a) - \varphi(-a)] \quad \text{(degré de pr. } n + 2\text{)}.$$

» En désignant par $s, s_3, s_5, \ldots$ les sommes des puissances impaires des i racines $a, b, \ldots$, les équations de condition sont ici

$$\frac{1}{A} = 3s = 5s_3 = 7s_5 = \ldots = (n+3)s_{n+1}.$$

Pour les résoudre, considérons l'équation $x^i - p_1 x^{i-1} + p_2 x^{i-2} \pm \ldots = 0$. En faisant $\Delta_m = \frac{1}{m}(s^m - s_m)$, la théorie des fonctions symétriques fournit les relations

$$s = p_1, \quad \Delta_3 = p_1p_2 - p_3, \quad \Delta_5 = (p_1^2 - p_2)\Delta_3 + p_1p_4 - p_5,$$
$$\Delta_7 = (p_1^2 - p_2)\Delta_5 + (p_1p_3 - p_4)\Delta_3 + p_1p_6 - p_7,$$
$$-\tfrac{1}{3}\Delta_3^3 + \Delta_9 = (p_1^2 - p_2)\Delta_7 + (p_1p_3 - p_4)\Delta_5 + (p_1p_5 - p_6)\Delta_3 + p_1p_8 - p_9,$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

» On a ainsi le moyen d'exprimer les coefficients p en fonction de s et d'établir l'équation qui fournit les valeurs de s. Pour $n=4$ on trouve

$$s^4-3s^2+\frac{72}{35}=0,\quad x^2-sx+\frac{s^2}{3}-\frac{1}{5}=0,$$

d'où l'on tire les deux systèmes de valeurs

$$\begin{array}{l|l} a=0,8490469 & 0,8922365, \\ b=0,1809264 & 0,5002990, \\ \mathrm{A}=0,3236330 & 0,2393715; \end{array}$$

pour $n=6$

$$s^8-9s^6+27s^4-\frac{159}{5}s^2+\frac{72}{7}=0,\quad x^3-sx^2+s^2x-s^3-(x-s)\frac{\Delta_5}{\Delta_3}+\Delta_3=0,$$

d'où, en conservant seulement les racines réelles,

$$\begin{array}{l|l} a=0,929306 & +0,862970, \\ b=0,712155 & -0,763695, \\ c=0,442984 & +0,612544, \\ \mathrm{A}=0,159915 & 0,468284. \end{array}$$

Les constantes de la formule

$$\int_{-1}^{+1}\varphi(x)\frac{x\,dx}{\sqrt{1-x^2}}=\mathrm{A}\,\Sigma[\varphi(a)-\varphi(-a)]$$

se déterminent de la même manière; il n'y a de changé que les coefficients numériques des équations, car les conditions sont ici

$$\frac{\pi}{4\mathrm{A}}=s=\frac{4}{3}s_3=\frac{8}{5}s_5=\frac{64}{35}s_7=\ldots.$$

Mais la solution se présente plus nettement lorsqu'on fait $x=\cos\vartheta$, $a=\cos\alpha$, ..., et la formule ci-dessus est comprise dans la suivante :

$$\int_0^\pi\varphi(\cos\vartheta)\cos\lambda\vartheta\,d\vartheta=\Sigma\mathrm{A}\,\varphi(\cos\alpha).$$

Comme $\cos h\vartheta$ est une fonction entière de $\cos\vartheta$, les équations de condition pourront s'écrire

$$\Sigma\mathrm{A}\cos h\alpha=\int_0^\pi\cos h\vartheta\cos\lambda\vartheta\,d\vartheta=0\quad[h\gtrless\lambda]$$

$$\Sigma\mathrm{A}\cos\lambda\alpha=\frac{\pi}{2}\quad(=\pi\text{ pour }\lambda=0).$$

» Dans le cas de $\lambda = 0$, si l'on prend tous les coefficients égaux, $A = \frac{\pi}{n}$, puis $\Sigma \cos h\alpha = 0$. Cette condition est remplie, jusqu'à $h = 2n - 1$, en faisant $\alpha = \frac{\pi}{2n}, \frac{3\pi}{2n}, \ldots, \frac{2n-1}{2n}\pi$; et l'on retrouve ainsi une formule dont M. Hermite et M. Mehler ont donné d'autres démonstrations. Pour $\lambda > 0$ on prendra les A égaux, mais avec des signes alternants, de sorte que les équations deviennent $\Sigma \pm \cos h\alpha = 0$. Pour les résoudre, il suffit de prendre $n = 2i\lambda$ et $\alpha = \frac{\alpha_p + k\pi}{\lambda}$ $(k = 0, 1, \ldots, 2\lambda - 1)$. En effet, $\sum^{k} \pm \cos h\alpha$ s'annule alors, quel que soit α_p, excepté les cas où h est un multiple impair de λ, et les inconnues $A, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_i$ se déterminent par les relations

$$\frac{\pi}{4\lambda} = A \Sigma \cos\alpha_p, \quad \Sigma \cos 3\alpha_p = \Sigma \cos 5\alpha_p = \ldots = \Sigma \cos(2i+1)\alpha_p = 0.$$

On a finalement

$$\int_0^\pi \varphi(\cos\vartheta)\cos\lambda\vartheta\, d\vartheta = A \sum_{p=1}^{p=i} \sum_{k=0}^{k=2\lambda-1} (-1)^k \varphi\left(\cos\frac{\alpha_p + k\pi}{\lambda}\right) \text{(deg. de pr. } n + 3\lambda - 1),$$

formule à laquelle M. Tchebychef arrive par une voie différente. Pour $i = 1$ on aurait $\alpha = \frac{\pi}{6}$; pour $i = 2$, je trouve $\alpha_1 = \frac{1}{15}\pi$, $\alpha_2 = \frac{4}{15}\pi$ ou bien $\alpha_1 = \frac{2}{15}\pi$, $\alpha_2 = \frac{7}{15}\pi$; pour $i = 3$, on a les quatre solutions

$\alpha_1 =$	46°.49'.15"	98°.48'.24"	85°.40'.29"	56°. 3'.22",5,
$\alpha_2 =$	142. 9.9	65.26.17,5	41.55.40,5	26.56.11,5,
$\alpha_3 =$	22.43.29	19.40.20	11,59.31	11.40.13,5.

Ajoutons que le degré de précision $2n - 1$ s'obtient aussi en faisant

$$\int_0^\pi \varphi(\cos\vartheta)\, d\vartheta = \frac{\pi}{n}\left[\frac{\varphi(1) + \varphi(-1)}{2} + \sum_{k=1}^{k=n-1} \varphi\left(\cos\frac{k\pi}{n}\right)\right]. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes formés d'équations linéaires à une seule variable indépendante.* Note de M. G. DARBOUX.

« Considérons le système d'équations linéaires du premier ordre

$$(1)\qquad \begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = a_{11}x_1 + \ldots + a_{1n}x_n, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \dfrac{dx_n}{dt} = a_{n1}x_1 + \ldots + a_{nn}x_n; \end{cases}$$

où $a_{11}, \ldots, a_{nn}$ désignent des fonctions quelconques de t. On sait que l'on peut toujours ramener au type précédent tout système d'équations linéaires ou toute équation linéaire d'un ordre quelconque.

» Le système (1) a, en général, n intégrales linéaires de la forme

$$\begin{aligned} \alpha_{11}x_1 + \ldots + \alpha_{1n}x_n &= C_1, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots&\ldots, \\ \alpha_{n1}x_1 + \ldots + \alpha_{nn}x_n &= C_n; \end{aligned}$$

mais il peut admettre aussi des intégrales d'ordre supérieur au premier. Si les coefficients a_{ik} sont des fonctions rationnelles de t, les intégrales linéaires précédentes seront, en général, irrationnelles ou transcendantes; mais il pourra exister des intégrales de degré supérieur qui seront algébriques et rationnelles.

» Considérons, par exemple, l'équation

$$2A\frac{d^2z}{dt^2} + \frac{dA}{dt}\frac{dz}{dt} - 2z = 0$$

Les deux intégrales premières linéaires sont

$$e^{-\int\frac{dt}{\sqrt{A}}}\left(z + \sqrt{A}\frac{dz}{dt}\right) = C,$$

$$e^{+\int\frac{dt}{\sqrt{A}}}\left(z - \sqrt{A}\frac{dz}{dt}\right) = C',$$

et elles peuvent être irrationnelles ou transcendantes, tandis que l'intégrale du second degré

$$z^2 - A\frac{dz^2}{dt^2} = CC'$$

est algébrique et rationnelle toutes les fois que A est rationnelle.

» Je me propose dans cette Note de m'occuper précisément de ces intégrales rationnelles de degré supérieur, intégrales qui existent d'ailleurs toujours toutes les fois que les fonctions les plus générales satisfaisant au système (1) sont algébriques, et de faire connaître à leur égard une proposition dont les applications sont étendues.

» Soit

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \mathrm{C}$$

une telle intégrale. Elle doit satisfaire identiquement à l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial x_1}(a_{11}x_1 + \ldots) + \ldots + \frac{\partial f}{\partial x_n}(a_{n1}x_1 + \ldots) = 0,$$

et la forme de cette équation prouve que, si $f(x_1, \ldots, x_n)$ n'est pas homogène par rapport à $x_1, \ldots, x_n$, chacune des fonctions homogènes dans lesquelles elle peut être décomposée, égalée séparément à une constante, donne une intégrale du système (1). Nous pouvons donc, dans ce qui va suivre, considérer seulement les intégrales homogènes, et voici la proposition à laquelle elles donnent lieu :

» *Si la fonction homogène $f(x_1, \ldots, x_n)$ est une intégrale du système* (1), *tout covariant de cette forme multiplié par une puissance convenable d'une fonction connue de t sera également une intégrale du même système.*

» Soient, en effet,

$$\begin{array}{l} x_1^1, \ldots, x_n^1, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots, \\ x_1^n, \ldots, x_n^n \end{array}$$

n systèmes de solutions particulières du système (1). Les solutions les plus générales de ce système seront fournies par les formules

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} x_1 = \mathrm{C}_1 x_1^1 + \ldots + \mathrm{C}_n x_1^n, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ x_n = \mathrm{C}_1 x_n^1 + \ldots + \mathrm{C}_n x_n^n, \end{array} \right.$$

et si l'on substitue ces valeurs de $x_1, \ldots, x_n$ dans la fonction f, il faudra, puisqu'elle est une intégrale, qu'elle se réduise à une constante, c'est-à-dire à une certaine fonction

$$\varphi(\mathrm{C}_1, \mathrm{C}_2, \ldots, \mathrm{C}_n)$$

indépendante de t.

» Or les formules (2) peuvent être considérées comme définissant une substitution linéaire qui remplace dans f les variables x_i par les variables C_i.

Tout covariant F de f multiplié par une puissance convenable (négative) du déterminant de la substitution (2) se transformera donc dans le covariant analogue formé avec la fonction $\varphi(C_1, \ldots, C_n)$, c'est-à-dire dans une nouvelle intégrale. La proposition est donc établie.

» On peut d'ailleurs la vérifier par un calcul direct.

» La démonstration précédente s'étend sans difficulté au cas où l'on a plusieurs intégrales et où l'on considère un covariant quelconque du système de ces formes.

» Il est aisé de trouver la valeur du déterminant de la substitution (2). Si on le désigne par Δ, on obtiendra sans peine, en le différentiant, la formule

$$\frac{d\Delta}{dt} = \Delta(a_{11} + a_{22} + \ldots + a_{nn}),$$

et, par conséquent, l'on a

$$\Delta = Ce^{\int(a_{11}+\ldots+a_{nn})dt}.$$

» La proposition principale établie dans cette Note peut être étendue et s'applique, avec les modifications convenables, aux contrevariants de $f(x_1, \ldots, x_n)$; ce sera, si l'Académie veut bien le permettre, l'objet d'une nouvelle Communication. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Démonstration d'un théorème de M. Sylvester sur les diviseurs d'une fonction cyclotomique.* Note du P. **Pepin**, présentée par M. Hermite.

« Dans la séance du 16 février 1880, M. Sylvester a énoncé ce beau théorème, que *les diviseurs de la fonction* $x^3 - 3x + 1$ *sont* 3 *et tous les nombres premiers de la forme* $18l \pm 1$ *exclusivement.* Ce résultat est d'autant plus remarquable que c'est, je crois, le premier exemple connu d'une forme cubique dont les diviseurs soient distingués des non-diviseurs par leurs formes linéaires.

» On obtient une démonstration simple de ce théorème en ajoutant au théorème de Fermat les deux suivants :

» I. *Toute racine commune à deux congruences de même module*

$$x^m - 1 \equiv 0, \quad x^n - 1 \equiv 0 \quad (\text{mod. } p)$$

satisfait à la congruence $x^\omega - 1 \equiv 0$ (mod. p), *où l'on désigne par* ω *le plus grand diviseur commun des deux nombres* m *et* n.

» II. *Si les deux nombres entiers f, g satisfont à la congruence*

$$f^2 - ng^2 \equiv 1 \pmod{p},$$

où l'on désigne par n un non-résidu quadratique du nombre premier p, le nombre complexe $t = f + q\sqrt{n}$ vérifie la congruence

$$t^{p+1} - 1 \equiv 0 \pmod{p}.$$

» Soit p un nombre premier $3l \pm 1$, et supposons que la congruence

$$(1) \qquad x^3 - 3x + 1 \equiv 0 \pmod{p}$$

admette une solution rationnelle x. Si nous posons

$$(2) \qquad t = \frac{x + \sqrt{x^2 - 4}}{2}, \quad t' = \frac{x - \sqrt{x^2 - 4}}{2},$$

les deux nombres t, t' vérifient les deux formules

$$(3) \qquad t + t' = x, \quad tt' = 1.$$

En remplaçant x par $t + \frac{1}{t}$ dans la fonction considérée, on a

$$(4) \qquad x^3 - 3x + 1 = t^3 + \frac{1}{t^3} + 1 = \frac{t^9 - 1}{t^3(t^3 - 1)}.$$

» Supposons d'abord x donné, et cherchons quelle doit être la forme d'un diviseur p de la fonction $x^3 + 3x + 1$. Il faut distinguer deux cas, suivant que $x^2 - 4$ est résidu quadratique de p ou non. Dans le premier cas, on résout la congruence $x^2 - 4 \equiv y^2 \pmod{p}$, et l'on a (théorème de Fermat)

$$t \equiv \frac{x + y}{2}, \quad t^{p-1} \equiv \left(\frac{x + y}{2}\right)^{p-1} \equiv 1 \pmod{p}.$$

» D'ailleurs, puisque x est une solution de la congruence (1), on déduit de la formule (4) que t est une racine primitive de la congruence $t^9 - 1 \equiv 0 \pmod{p}$. Le nombre t est donc une racine commune des deux congruences $t^{p-1} - 1 \equiv 0$, $t^9 - 1 \equiv 0 \pmod{p}$, et conséquemment (I) il doit vérifier la congruence $t^\omega - 1 \equiv 0 \pmod{p}$, dont l'exposant ω est le plus grand diviseur commun des deux nombres $p - 1$ et 9. Comme t est racine positive de la congruence $t^9 - 1 \equiv 0 \pmod{p}$, il ne peut vérifier aucune congruence binôme dont l'exposant serait inférieur à 9; on a donc $\omega = 9$, et par conséquent $p = 18l + 1$.

» Soit $x^2 - 4$ un non-résidu quadratique de p; je dis que le diviseur p

doit être de la forme $18l - 1$. En effet, désignons par n un non-résidu quadratique quelconque de p, et par y une racine de la congruence $ny^2 \equiv x^2 - 4$ (mod. p). On a

$$t \equiv \frac{x + y\sqrt{n}}{2} \equiv f + g\sqrt{n} \pmod{p},$$

les deux nombres f, g étant déterminés par les deux congruences $2f \equiv x$, $2g \equiv y$ (mod. p); de même $t' \equiv f - g\sqrt{n}$ (mod. p); puisque les deux nombres t, t' sont liés par la relation $tt' = 1$, les nombres f, g satisfont à la congruence $f^2 - ng^2 \equiv 1$ (mod. p), et par conséquent (II) le nombre complexe $f + g\sqrt{n}$ est racine de la congruence $x^{p+1} - 1 \equiv 0$ (mod. p). D'ailleurs on déduit de la formule (4) que t est racine primitive de la congruence $t^9 - 1 \equiv 0$ (mod. p). L'exposant $p + 1$ doit donc être multiple de 9, et par conséquent $p = 18l - 1$.

» Ainsi les seuls nombres premiers qui puissent diviser la fonction $x^3 - 3x + 1$ sont 3 et les nombres premiers $18l \pm 1$. J'ajoute que, si p est un nombre premier $18l \pm 1$, il est effectivement diviseur de la fonction considérée, c'est-à-dire que l'on peut résoudre en nombres rationnels la congruence (1). Soit, en effet, r une racine primitive de la congruence $x^{18l} - 1 \equiv 0$ (mod. $p = 18l \pm 1$), et prenons $t \equiv r^{2l}$ (mod. p). Le nombre t, rationnel ou complexe suivant la forme de p, est une racine primitive de la congruence $t^9 - 1 \equiv 0$ (mod. p), et par conséquent il rend divisible par p le dernier membre de la formule (4). Il en est de même de t^2 et de t^4. Si donc nous déterminons x par l'une des formules $x \equiv t + \frac{1}{t}$, $t^2 + \frac{1}{t^2}$, $t^4 + \frac{1}{t^4}$, nous obtenons pour x trois valeurs rationnelles, non équivalentes suivant le module p, qui, en vertu de la formule (4), vérifient la congruence (1). Ainsi, non seulement cette congruence peut être résolue, mais encore elle a ses trois racines rationnelles. »

PHYSIQUE. — *Comparaison entre les courbes des tensions des vapeurs saturées.* Deuxième Note de M. **Paul de Mondesir**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« J'ai expliqué que, en prenant toutes les courbes des vapeurs étudiées par Regnault et en les faisant passer par un point d'égale tension, on obtient un faisceau qui est très divergent, car, après un parcours de 100°

sur la courbe de l'eau, sa largeur atteint environ 160°. Si, au lieu de construire les courbes à la même échelle de température, on adopte pour chacune d'elles une échelle convenablement choisie, opération que j'appelle *réduction par les paramètres*, la largeur du faisceau se resserre de 160 à 8. Il est bon d'observer que, la réduction ayant été faite avec les valeurs des paramètres prises au point commun, les courbes sont, en ce point, toutes tangentes les unes aux autres et se confondent sur une très notable longueur. Il faut donc aller assez loin pour trouver des écarts qui permettent de reconnaître les allures des différentes courbes, et c'est afin d'obtenir ce résultat que j'ai supposé qu'on s'éloignait du point de tangence jusqu'à une distance de 100°. Le faisceau général a acquis en cet endroit une largeur d'environ 8°, et il se divise en trois groupes également espacés. La distance de la partie la plus condensée d'un groupe à la partie la plus condensée du suivant est de 3° ou un peu plus.

» J'appelle premier groupe celui qui monte le plus rapidement; il occupe donc la gauche du faisceau lorsqu'on regarde la planche dans les conditions habituelles. Dans ce groupe, l'esprit-de-bois, l'acide carbonique, l'eau et l'éther méthyloxalique forment une seule ligne au centre; le chlorure de méthyle les accompagne en bas et s'écarte un peu en haut; le chlorure de cyanogène est très près, avec une légère inflexion; l'essence de citron présente une inflexion un peu plus marquée; le mercure est franchement à gauche, l'alcool et l'ammoniaque réunis un peu à droite. La largeur totale est environ 1°,75.

» Après un intervalle vide de 2°, on trouve à droite le second groupe formé d'une seule ligne commune au soufre, à l'acide sulfureux, aux éthers vinique et méthylique. L'acide sulfhydrique appartient probablement à ce groupe; mais la limite inférieure de ses tensions, mesurées par Regnault, est trop élevée pour permettre une comparaison directe avec les autres vapeurs du groupe.

» Le troisième groupe a sa masse très près de la limite droite du faisceau général. Son type principal est formé par le sulfure de carbone, l'éther chlorhydrique, l'éther bromhydrique, l'acétone et le chlorure phosphoreux, qui sont bien d'accord. La benzine et le chloroforme, l'hydrocarbure de brome et l'essence de térébenthine, puis le chlorure de bore, se tiennent très près des précédents, mais avec des différences d'allures. A gauche, le chlorure de carbone, l'éther iodhydrique et le chlorure de silicium marchent ensemble; mais le chlorure de carbone s'éloigne graduellement du centre à mesure que la température s'élève. La largeur totale du groupe atteint un peu plus de 2°.

» Mon but, en indiquant ces détails de classification, est de préciser les différences, afin qu'on puisse les apprécier plus nettement. Nous avons ainsi des différences de trois ordres : celles qui séparent les groupes, celles qui sont intérieures à chaque groupe, enfin de très petites entre les vapeurs que je présente comme marchant d'accord. Le premier ordre, ou, si l'on veut, la largeur du faisceau général, ne peut être supprimé par aucune hypothèse d'erreurs dans les expériences, par aucune modification de formules dans les limites acceptables; c'est donc une diversité réelle dans l'ensemble des vapeurs. Le troisième ordre, au contraire, disparaîtrait par des retouches analogues ou inférieures à celles que Regnault a constamment admises. Quant aux différences d'ordre intermédiaire que j'ai appelées *petits écarts* et *petites distances*, les unes céderaient à l'emploi des mêmes moyens; d'autres, je crois, résisteraient.

» L'appréciation, arrivée à ce point, devient très délicate sous tous les rapports. Aussi, ayant la bonne fortune de pouvoir invoquer l'opinion de Regnault lui-même, je ne la laisserai pas échapper. Les courbes de l'éther méthylique et du chlorure de méthyle se trouvent placées sur la planche de Regnault comme elles le sont dans mon faisceau, avec le même écart, qui représente chez moi presque la distance totale des deux premiers groupes. Or Regnault dit : « Les courbes des éthers méthylique et méthylchlorhy- » drique se superposent presque complètement. » Une superposition presque complète, telle est l'appréciation de Regnault sur une distance presque égale à celle de deux groupes.

» Un autre exemple se rapporte à de plus grandes différences. Regnault a fait sur l'acide sulfhydrique une première série d'expériences interrompue par une explosion. Malgré la brièveté relative de cette série, il l'a jugée digne d'être représentée par une Table. Il a ensuite fait une seconde série beaucoup plus étendue qui a servi de base à sa grande Table et au tracé de la courbe. Voici son appréciation sur cette courbe : « Elle passe presque » exactement par tous les points qui correspondent aux observations de » la deuxième série. Les points de la première série sont tous un peu » au-dessous de la courbe. »

» Or, comme je l'ai dit, la courbe de l'acide sulfhydrique tombe à peu près au milieu du faisceau général, tandis que la Table de la première série déplacerait cette courbe de manière à la faire sortir complètement du faisceau et à la chasser encore aussi loin au delà du bord. Une différence que Regnault apprécie par les mots « un peu au-dessous » représente donc au moins toute la distance qui, après l'application des paramètres, sépare encore les vapeurs les plus dissemblables. Et je ne force pas, car on pourrait,

en augmentant proportionnellement tous les nombres de la première série, réduire des deux tiers leurs plus grands écarts par rapport à la courbe de Regnault, partager les différences, faire tomber la série à cheval sur la courbe, et l'écart accusé par mon tracé resterait aussi grand, parce qu'il ne représente que les rapports des nombres et non leurs valeurs absolues. Je veux surtout en conclure que la méthode de comparaison que je présente fait ressortir les différences avec une énergie que ne possèdent nullement les tracés ordinaires des courbes et leurs calculs. Elle fournit donc un instrument d'une singulière puissance pour le contrôle des résultats d'expériences, et je suis à même d'en présenter de nombreux exemples. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'électrolyse sur le térébenthène.* Note de M. **Ad. Renard**, présentée par M. Wurtz.

« Dans un flacon d'environ 150^{cc} de capacité, j'introduis 80^{cc} d'alcool additionnés de 20^{cc} d'un mélange parties égales d'acide sulfurique et d'eau, et 25^{cc} de térébenthène. Deux lampes de platine, servant d'électrodes, plongent dans la liqueur alcoolique et sont reliées aux deux pôles de cinq éléments Bunsen. De l'hydrogène se dégage au pôle négatif, mais aucun gaz n'apparaît sur l'électrode positive.

» Au bout de soixante-douze heures, tout le térébenthène se trouvant dissous dans la liqueur qui a pris une teinte brune assez foncée, on arrête l'expérience.

» Après avoir réuni une quantité suffisante de liquide, on ajoute environ deux fois son volume d'eau, ce qui détermine la séparation d'une couche huileuse presque noire qui vient remonter à la surface et qu'on isole du liquide inférieur. Le liquide surnageant, soumis à la distillation, commence à bouillir vers 70°; il passe alors de l'acétate d'éthyle provenant de l'oxydation de l'alcool par l'électrolyse, puis le point d'ébullition, après avoir atteint 100°, monte brusquement à 170° et s'élève peu à peu jusqu'à 250°. A ce moment, il reste dans la cornue une matière noire, épaisse, qui se solidifie par le refroidissement, et formée en grande partie de colophène et de polymères supérieurs.

» Le produit distillant de 170° à 250°, lavé à la soude et soumis à de nombreuses distillations fractionnées, fournit trois produits distincts : d'abord un peu de térébenthène ayant échappé à la réaction, puis du cymène bouillant de 178° à 180°, et enfin entre 210° et 215° du monohydrate

de térébenthène. Ce composé a donné à l'analyse les résultats suivants :

				La formule $C^{10}H^{18}O$ exige
C	78,07	78,42	77,70	77,92
H	11,40	11,72	11,62	11,69
O	»	»	»	10,39
				100,00

C'est un liquide légèrement jaunâtre, un peu huileux, bouillant de 210° à 214°. Sa densité à + 10° = 0,9511. Sa densité de vapeur = 5,191 (calculée, 5,097).

» Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique. Abandonné au-dessus du mercure dans une éprouvette en présence d'oxygène, il n'absorbe pas ce gaz, dont le volume, après plus d'un mois, n'avait pas changé. Le brome agit sur lui avec beaucoup de violence en dégageant de l'acide bromhydrique; mais si, après l'avoir dissous dans quatre ou cinq fois son volume de sulfure de carbone, on y fait tomber avec ménagement et en refroidissant une solution également étendue de brome dans le sulfure de carbone, la combinaison a lieu sans dégagement d'acide bromhydrique. Il se forme de l'eau, mais il n'est pas possible d'isoler le composé bromé, car, par la simple évaporation du sulfure de carbone à l'air, il noircit en dégageant de l'acide bromhydrique. Cependant, en déterminant la quantité de brome nécessaire pour saturer un poids connu de monohydrate de térébenthène, on peut en déduire qu'il doit se former un bromure $C^{10}H^{16}Br^2$. En outre, si, malgré l'altération de ce bromure, on achève l'évaporation du sulfure et qu'on distille ensuite le résidu avec du zinc en poudre, on obtient du cymène.

» L'acide sulfurique ordinaire ou fumant dissout le monohydrate de térébenthène en se colorant en brun foncé ; si l'on ajoute ensuite de l'eau, il se sépare une masse visqueuse et noire. Distillé avec de l'acide phosphorique anhydre, le monohydrate donne un liquide bouillant vers 160°, sans doute du térébène qui, dissous dans l'acide sulfurique concentré, ne donne par l'addition de l'eau qu'une masse résineuse noire.

» L'acide nitrique concentré agit sur le monohydrate de térébenthène avec beaucoup de violence. Avec un mélange de 2 parties d'acide nitrique pour 3 d'eau, la réaction est calme; on obtient alors de l'acide oxalique et un acide très peu soluble dans l'eau, même bouillante, et assez soluble dans l'alcool. Sous l'influence de la chaleur, cet acide se décompose sans fondre. Son analyse a donné les résultats suivants (C = 56,98,

H = 5,73), qui conduisent à la formule de l'acide cumidique

$$C^{10}H^{10}O^4 + H^2O.$$

» Traité à froid par le gaz acide chlorhydrique sec, le monohydrate de térébenthène noircit sans donner naissance à un chlorhydrate cristallisé; il en est de même si l'on fait usage de sa solution dans l'alcool, l'éther ou l'acide acétique. Chauffé en tube scellé trente heures à 140° ou même à 150° avec de l'acide acétique anhydre, il ne s'éthérifie pas, ni ne se décompose, et par une addition d'eau on le retrouve intact.

» D'après les expériences qui précèdent, le monohydrate de térébenthène paraît pouvoir être considéré comme un pseudo-alcool $C^{10}H^{16}H(OH)$.

» Quant au liquide aqueux séparé du mélange de cymène et de monohydrate de térébenthène, après l'avoir saturé par de la craie et avoir éliminé le dépôt de sulfate de chaux, on le soumet à l'évaporation jusqu'à consistance sirupeuse. On y ajoute environ son volume d'alcool et on évapore de nouveau jusqu'à formation d'un abondant dépôt cristallin qu'on exprime dans un linge après l'avoir additionné d'alcool. Le sel de chaux ainsi obtenu est dissous dans l'eau; on précipite la chaux par l'acide oxalique, on sature la liqueur filtrée par du carbonate de plomb, on filtre et l'on fait évaporer. On obtient ainsi un sel de plomb qu'on purifie par plusieurs cristallisations dans l'eau, jusqu'à ce que, exposé à l'étuve à 100°, il ne noircisse plus, ce qui serait dû à la présence d'un autre sel de plomb plus soluble dont j'aurai à parler tout à l'heure et qui, avant 100°, commence déjà à se décomposer. Ce sel de plomb se présente en petites aiguilles brillantes; chauffé à 110° ou 115°, il se décompose sans noircir en répandant une odeur de térébenthine. Sa solution par l'évaporation laisse souvent déposer une petite quantité de sulfate de plomb.

» Séché d'abord sous une cloche en présence d'acide sulfurique, puis à l'étuve à 100°, il a donné à l'analyse les résultats suivants :

			La formule $C^{12}H^{22}SO^7Pb$ exige
C	27,59	27,90	27,85
H	4,36	4,13	4,25
S	6,22	6,25	6,19
Pb	40,26	40,42	40,03
O	»	»	21,66

» Ce sel peut, je crois, être considéré comme le sel de plomb d'un dérivé sulfoéthylique d'un acide hydroxylcampholique $C^{10}H^{20}O^4$, différant de l'acide campholique $C^{10}H^{18}O^2$ par 2(OH) en plus. L'acide campholique est monobasique, l'acide hydroxylcampholique est bibasique et devra s'écrire

$C^8H^{13}\langle{COOH \atop COOH}$. Le sel de plomb précédent sera donc

$$C^8H^{17}\begin{cases} CO^2 \\ SO^3 \\ CO^2C^2H^5 \end{cases}\! \qquad\qquad > Pb.$$

» La solution de ce sel, décomposée par l'hydrogène sulfuré, puis abandonnée à l'évaporation sous une cloche en présence d'acide sulfurique, abandonne l'acide sous forme d'une masse gommeuse très hygrométrique et altérable par la chaleur.

» La liqueur alcoolique séparée du sel de chaux dont on a extrait le sel de plomb précédent, après avoir été évaporée pour chasser l'alcool, est agitée à plusieurs reprises avec de l'éther. Ce dernier, après évaporation, abandonne une matière épaisse, noire, peu soluble dans l'eau, mélangée de cristaux de terpine. Pour isoler cette dernière, on fait bouillir ce résidu avec de l'eau, on filtre la liqueur bouillante et, par le refroidissement, la terpine cristallise.

» Enfin, la liqueur précédente, après avoir été séparée de l'éther, renferme encore un sel de chaux que j'ai transformé en sel de plomb qui, après plusieurs cristallisations, se présente en petits cristaux brillants; ceux-ci se décomposent avant 100° en mettant de l'acide sulfurique en liberté. L'analyse a donné $C = 38,84$, $H = 8,04$, $S = 11,14$, $Pb = 14,40$.

» La constitution de ce sel doit être assez complexe, et peut-être dérive-t-il des produits de condensation du térébenthène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse des aldéhydes aromatiques; essence de cumin.* Note de M. A. **Etard**, présentée par M. Cahours.

« I. Dans une précédente Note, j'ai montré qu'en oxydant le cymène dérivé de l'essence de térébenthine par le chlorure de chromyle en solution sulfocarbonique, on obtenait une huile capable de donner un dérivé parfaitement cristallisé avec le bisulfite de soude. Ce dérivé bisulfitique, décomposé par le carbonate de soude, fournit une aldéhyde, solide présentant l'aspect extérieur du camphre et fusible à 80°.

» Désirant fixer la constitution de cette aldéhyde, j'ai oxydé une plus forte quantité de cymène par la même méthode; mais, opérant cette fois sans ménagement, à cause du peu de danger de la réaction et de l'habitude que j'en ai, j'ai laissé le mélange s'échauffer jusqu'au point d'ébullition du sulfure de carbone. En raison de cette élévation de température, que j'avais

évitée lors de mes premières recherches, le sens de la réaction a changé complètement.

» En employant le cymène et le réactif chromique en solutions sulfocarboniques à 10 pour 100 et dans les rapports exacts de 1^{mol} du premier pour 2^{mol} du second, il se forme par union directe un précipité grenu, légèrement cristallin, brun chocolat, renfermant $C^{10}H^{14}, 2CrO^2Cl^2$. Ce précipité, essoré à la trompe et lavé au sulfure de carbone, est décomposé par l'eau. On chasse au bain-marie le sulfure restant, et l'on extrait par l'éther le composé organique mêlé aux sels chromiques. Après avoir chassé l'éther à son tour, il reste une huile jaune bouillant à 223° (le thermomètre ne plonge pas complètement dans la vapeur) et présentant toutes les propriétés de l'aldéhyde cuminique extraite de l'essence de cumin ordinaire. J'ai transformé cette huile en dérivé bisulfitique cristallisé et l'ai régénérée de ces cristaux par le carbonate de soude dans un état de pureté complète.

» 150^{gr} de cymène traités de la sorte m'ont donné 140^{gr} d'aldéhyde cuminique pure, sans cependant que cette opération ait été dirigée en vue de rendements que j'ai lieu de croire sensiblement théoriques.

» II. Ayant déjà obtenu par cette méthode les aldéhydes benzoïque, isocuminique, cuminique et anisique avec la plus grande facilité, je me suis proposé d'oxyder encore un certain nombre de carbures aromatiques et térébiques, de la préparation desquels je m'occupe en ce moment, afin d'appuyer cette loi, que je puis énoncer dès à présent sous la forme suivante: *Le chlorure de chromyle attaque le groupe* CH^3 *en rapport avec le radical phényle et, par l'action ultérieure de l'eau, le transforme en groupe* COH *caractéristique des aldéhydes.*

» Il se forme généralement en même temps une petite quantité du dérivé chloré correspondant, qui paraît être la première étape dans la transformation du groupe CH^3.

» III. Dans le but indiqué ci-dessus, j'ai entrepris et terminé l'oxydation de la diméthylbenzine en opérant sur un échantillon de xylène débarrassé par des traitements sulfuriques de l'isomère para. Le mélange des dérivés ortho et méta a été traité par le réactif oxydant en solution sulfocarbonique à 15 pour 100. L'attaque se ralentit dès que le dérivé méta a disparu. Si l'on vient à isoler le dérivé organo-chromique et à le décomposer par l'eau, on peut enlever par l'éther de l'aldéhyde métaméthylbenzoïque qui, régénérée de son dérivé bisulfitique, bout à 200°, comme celle décrite par M. Ch. Gundelach.

» Le sulfure de carbone dans lequel le précipité s'est formé renferme une petite quantité de chlorure de xylyle, bouillant à 197°, en même temps que de l'orthoxylène, moins facilement attaqué dans ces conditions.

» IV. Dans toutes ces réactions, l'eau, agissant sur le précipité organo-chromique, détermine la formation d'une aldéhyde, en vertu de la constitution primitive propre au produit ($X-CH^3, 2CrO^2Cl^2$) de l'attaque directe du carbure. Cela est démontré par ce fait, en apparence paradoxal, qu'en même temps que l'aldéhyde il y a mise en liberté d'acide chromique et de chromates de chrome accompagnant les sels de sesquioxyde de ce métal. Les aldéhydes se forment donc au sein d'un mélange oxydant; aussi n'est-il pas surprenant, quand on ne les retire pas le jour même de ce mélange, de les voir s'oxyder et disparaître, en même temps que tout le chrome passe à l'état de sel de sesquioxyde.

» Je me propose de publier bientôt des résultats déjà en partie acquis avec d'autres carbures et de revenir sur les conditions de préparation de l'aldéhyde isocuminique. »

MÉDECINE. — *Sur les lésions du rein, dans l'empoisonnement lent par la cantharidine.* Note de M. V. Cornil, présentée par M. Robin.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 26 janvier), j'ai indiqué les lésions rénales produites par un empoisonnement rapide avec la cantharidine introduite par une injection sous-cutanée. Le premier effet de l'intoxication consiste dans l'exsudation d'un liquide contenant des granulations et des corpuscules blancs du sang et qui s'épanche entre les vaisseaux des glomérules et la capsule glomérulaire. Chez les lapins empoisonnés avec une dose moins forte, avec 0,002 à 0,005 de cantharidine, et sacrifiés au bout de vingt à trente heures, on trouve, dans la capsule des glomérules, un exsudat coagulé, réticulé, qui contient souvent dans ses mailles des globules rouges ou des globules blancs en petit nombre. Cet exsudat, solidifié par l'acide osmique, est disposé sous forme d'un réseau dont les travées s'insèrent en s'amincissant d'une part sur les vaisseaux du glomérule, d'autre part sur la capsule, entre ses cellules de revêtement. Ces dernières cellules sont tuméfiées; quelques-unes font une saillie très accusée du côté de la cavité glomérulaire, tandis que, par leur face opposée, elles sont accolées à la paroi. On voit donc que l'exsudat intra-capsulaire, d'abord liquide et riche en globules blancs, se coagule plus tard en un

réseau, en même temps que le nombre des globules blancs diminue lorsque la néphrite tend à la guérison. Les cellules de la paroi capsulaire, tuméfiées d'abord, puis détachées, se réappliquent enfin contre la paroi tout en restant plus volumineuses qu'à l'état normal. Les tubes urinifères contiennent quelques cylindres hyalins.

» Dans le but d'étudier les phénomènes d'une néphrite se rapprochant comme durée de la néphrite albumineuse aiguë ou subaiguë de l'homme, j'ai donné à un chien, tous les deux ou trois jours, pendant un mois, des doses de cantharidine incapables de causer la mort. A chaque prise, il ressentait des accidents gastro-intestinaux (diarrhée, vomissements), et les urines contenaient des globules rouges, de l'albumine et des cylindres hyalins. Les reins de cet animal ont montré toutes les lésions qu'on observe dans la néphrite albumineuse aiguë ou subaiguë de l'homme. Ainsi, sur les préparations faites après durcissement par l'acide osmique, il existait, entre la capsule du glomérule et les vaisseaux, un exsudat réticulé contenant quelques globules blancs ou rouges en petit nombre. Les cellules de la capsule étaient tuméfiées, et les anses glomérulaires étaient souvent adhérentes. Les tubes contournés de la substance corticale, très dilatés, contenaient, dans leur lumière agrandie, quelques globules blancs ou des boules claires ou grenues de volume très variable, tantôt très petites, tantôt beaucoup plus volumineuses que les globules blancs. Dans d'autres tubes également dilatés, la lumière était obstruée par un exsudat réticulé dont les travées plus ou moins fixes, enserrant souvent des globules rouges, convergeaient du bord libre des cellules épithéliales vers le centre du tube.

» Dans d'autres tubes contournés, le liquide contenu, coagulé par l'acide osmique, était homogène, teinté, percé de trous clairs ou logeant des boules grenues et des globules sanguins. Ces coagulations sont, comme je l'ai montré, l'origine des cylindres hyalins. Les tubes en anse de Henle et les tubes droits contenaient beaucoup de cylindres.

» Les cellules épithéliales des tubes contournés, conservées en place, étaient coiffées par l'exsudat réticulé. Elles étaient tantôt tuméfiées et grenues, tantôt surmontées d'une boule claire et transparente qui faisait saillie dans la cavité du tube; quelques-unes, peu nombreuses, étaient transformées en une grande vésicule transparente. Beaucoup d'entre elles montraient une rangée de granulations graisseuses disposées près de leur implantation sur la paroi hyaline des tubes. J'énumère simplement ces lésions sans y insister, car j'en ai donné une description détaillée à propos de la néphrite albumineuse de l'homme (*Journal de l'Anatomie* de Robin, 1879).

» En outre de ces lésions des cellules épithéliales, il existait, le long des artérioles glomérulaires, une quantité notable de petites cellules rondes, indiquant une néphrite interstitielle à son début.

» Cette expérience suffit à établir que l'usage de la cantharidine continué pendant un certain temps détermine des lésions en tout comparables à l'albuminurie due à l'impression du froid ou aux maladies infectieuses, telles que la diphtérie, la scarlatine, etc.

» L'identité des lésions observées permet de conclure que le fait essentiel de la néphrite albumineuse consiste dans le passage à travers les vaisseaux glomérulaires des parties constituantes du sang, plasma, globules rouges et globules blancs. Tel est le premier phénomène de l'empoisonnement aigu par la cantharidine. Presque simultanément les cellules épithéliales des tubes sinueux sont granuleuses, quelquefois vésiculeuses, et elles sécrètent un exsudat coagulable.

» L'exsudat coagulé sous forme de réticulum dans les glomérules, sous forme de réticulum et de boules dans les tubes sinueux, constitue les cylindres hyalins dans les tubes droits.

» La dégénérescence graisseuse des cellules que nous avons trouvée dans cette néphrite subaiguë artificielle, et qui est constante dans les néphrites chroniques, est simplement consécutive.

» Quelle est la cause de la néphrite cantharidienne? Tout d'abord il est certain que beaucoup d'organes sont atteints en même temps que le rein; il ne s'agit nullement d'une action élective sur cet organe. Une demi-heure déjà après l'introduction de la cantharidine sous la peau, les cellules épithéliales de la muqueuse intestinale se multiplient, se desquament, et l'on observe une inflammation, d'une grande intensité, de toute la muqueuse. Les petites bronches sont remplies de cellules desquamées et de globules blancs; la trachée et le larynx sont également enflammés. Les vaisseaux capillaires du foie sont engorgés par places par des globules blancs, et les cellules hépatiques tuméfiées présentent presque toutes deux noyaux. Il existe, en un mot, une inflammation généralisée.

» Cependant les globules sanguins, examinés dans le sang des animaux empoisonnés, restent normaux. Le sang des mammifères, mis en contact, dans une chambre humide, sur la platine chauffante, avec des cristaux de cantharidine, n'est pas modifié. L'examen du mésentère d'une grenouille empoisonnée par la cantharidine et l'observation de la migration des globules blancs dans cette membrane ne m'ont pas donné non plus de résultat positif.

» Il n'est pourtant pas douteux que l'exsudat sorti des vaisseaux ne contienne des globules blancs. Nous en avons la preuve par ce fait que les glomérules du rein en renferment une grande quantité une demi-heure après l'intoxication. L'état de la membrane interne des petits vaisseaux sanguins nous donne l'explication immédiate de cette diapédèse exagérée. Dans la plupart des organes, et en particulier dans le poumon, j'ai observé en effet, sur la membrane interne de toutes les artérioles et veinules, une couche adhésive de globules blancs qui y étaient accolés. Les cellules endothéliales de ces vaisseaux manquaient par places. La cantharidine semble donc modifier surtout la membrane interne des vaisseaux qui, par suite, laissent facilement transsuder leur contenu. L'agent irritant, après avoir produit cette inflammation de la membrane interne vasculaire, agirait ensuite de la même façon sur les cellules de revêtement des muqueuses, en enflammant avec une grande intensité les muqueuses intestinale, aérienne et urinaire. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la mort apparente résultant de l'asphyxie*. Note de M. **Fort**, présentée par M. Larrey.

« *Conclusion*. — Dans l'état de mort apparente consécutive à l'asphyxie proprement dite, on doit pratiquer avec persévérance la respiration artificielle, pendant un nombre d'heures non encore déterminé. Dans une Note ultérieure, je chercherai à préciser la durée de la respiration artificielle, basée sur l'état du sang, du système nerveux et du muscle cardiaque. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les modifications apportées par l'organisme aux substances albuminoïdes injectées dans les vaisseaux* (3e série : *Injections intraveineuses de ferments solubles*). Note de MM. **J. Béchamp** et **E. Baltus**.

« *Injections de pancréatine*. — Nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie la suite des expériences que nous avons entreprises pour rechercher les phénomènes consécutifs à l'introduction intra-vasculaire des ferments solubles. Elles ont porté sur la pancréatine pure, d'un pouvoir rotatoire constant d'environ 35°↘.

» Première expérience. — 30 *novembre* 1878. Chien de chasse. P = 17^{kg}. Très vigoureux, à jeun.

» A 9^h du matin, injection par la fémorale, en quinze minutes, de 3^{gr} de pancréatine dissoute dans 90^{cc} d'eau à 35°. Abattement consécutif. A 5^h, le chien pousse un grand cri, se soulève haletant et retombe mort.

» *Autopsie.* — La seule altération constatée est une vive injection rénale. On retire de la vessie 50^{cc} d'une urine alcaline, dans laquelle on ne retrouve pas la pancréatine.

Deuxième expérience. — 17 *décembre* 1878. Chien de berger. P = 19^{kg}. Très vigoureux, à jeun.

» A 10^h du matin, injection, en douze minutes, de 3^{gr} de pancréatine dissoute dans 90^{cc} d'eau. Dans la journée, plusieurs vomissements bilieux ou sanguins, selles sanglantes; abattement considérable. Mêmes accidents dans la journée du 18. Le 19, émission de 150^{cc} d'urine ictérique. Dans la nuit du 19 au 20, nouvelle émission de 100^{cc} d'urine. Le 20 à 2^h, convulsions, cris et mort.

» *Autopsie.* — Congestion uniforme et très intense des différents viscères.

» *Analyse des urines.* — L'urine est précipitée par l'alcool; la matière recueillie est soluble dans l'eau, fluidifie et saccharifie presque instantanément l'empois de fécule (1).

» Troisième expérience. — 23 *janvier* 1879. Chien de chasse. P = 13^{kg}, à jeun.

» A 10^h du matin, injection en dix minutes de $2^{gr},75$ de pancréatine dissoute dans 22^{cc} d'eau. Le 23 et le 24, vomissements glaireux et selles sanglantes. Dans la nuit du 24 au 25, émission d'urine mélangée aux matières fécales. Abattement. Le chien se rétablit les jours suivants.

» Quatrième expérience. — 26 *février* 1880. Chien-loup. P = $11^{kg},500$. Très vigoureux, à jeun.

» A 10^h du matin, injection, en douze minutes de 5^{gr} de pancréatine dissoute dans 60^{cc} d'eau. Efforts de vomissements; mort sans convulsion à la fin de l'injection.

» *Autopsie.* — Congestion générale de tous les viscères et foyers hémorrhagiques de toutes dimensions, disséminés dans les poumons, l'estomac, l'intestin grêle dans toute sa longueur, la plèvre, le péricarde, le mésentère. Reins mous, diffluents, vivement congestionnés. Ramollissement encéphalique.

» Cinquième expérience. — 28 *février* 1880. Chien terrier. P = $14^{kg},600$, à jeun.

» A 10^h du matin, injection, en douze minutes, de 3^{gr} de pancréatine dissoute dans 38^{cc} d'eau. Abattement, défécation, émission de 50^{cc} d'urine acide. Hurlements plaintifs, coma et mort à 11^h15^m.

» *Autopsie.* — Congestion intense des méninges, de la plèvre, du péricarde, du mésentère. Foyers hémorrhagiques de toutes dimensions, dans le poumon, l'estomac, l'intestin grêle dans toute sa longueur. Reins diffluents, gorgés de sang. Encéphale un peu moins consistant qu'à l'état normal. La vessie contenait 30^{cc} d'urine, sans caractères spéciaux.

» Sixième expérience. — 1er *mars* 1880. Chienne de chasse. P = $14^{kg},200$. Jeune, vigoureuse, à jeun.

» A 10^h, injection, en sept minutes, de 1^{gr} de pancréatine dissoute dans 13^{cc} d'eau à 35°.

---

(1) Observation inédite de M. A. Béchamp.

De 11^h à 2^h, vomissements bilieux. L'animal se rétablit le lendemain. Dans la nuit du 1er au 2 mars, émission de 370^{cc} d'urine très alcaline, ictérique.

» *Analyse des urines.* — L'urine est précipitée par l'alcool. Le précipité est soluble dans l'eau; la solution liquéfie instantanément l'empois et le saccharifie. La matière isolée, en solution aqueuse, se colore en rouge par le chlore.

» SEPTIÈME EXPÉRIENCE. — 2 *mars* 1880. Chien épagneul. $P = 8^{kg},200$. A fait un repas de pommes de terre et de pain une heure et demie avant l'opération.

» A 4^h injection, en neuf minutes, de 1^{gr} de pancréatine dissoute dans 13^{cc} d'eau à 35°. Vomissement alimentaire pendant l'injection. A partir de ce moment jusqu'au lendemain matin, vomissements glaireux. Abattement. Cris plaintifs.

» 3 *mars.* Abattement. Le chien se rétablit ensuite progressivement. Dans la nuit du 3 au 4 mars, émission de 330^{cc} d'urine ictérique, alcaline. On précipite par l'alcool : le précipité est soluble dans l'eau, liquéfie instantanément l'empois et le saccharifie. La solution aqueuse se colore en rouge par le chlore.

» *Conclusions.* — 1° L'injection intra-vasculaire de pancréatine pure amène des troubles fonctionnels d'une gravité exceptionnelle, et détermine la mort quand la proportion de matière injectée atteint environ $0^{gr},15$ par kilogramme du poids de l'animal. L'état de digestion paraît diminuer les effets toxiques de la pancréatine.

» 2° La pancréatine injectée n'est éliminée que partiellement par les urines et se retrouve alors avec tous ses caractères. Nous n'avons pu la caractériser par son pouvoir rotatoire, en raison de la petite quantité de matière éliminée, mais la matière isolée liquéfiait instantanément l'empois et le saccharifiait; elle se colorait en rouge par le chlore. »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Sur deux nouveaux silicates d'alumine et de lithine.* Note de M. P. HAUTEFEUILLE, présentée par M. Daubrée.

« La méthode de préparation des silico-aluminates alcalins, basée sur l'emploi des sels fusibles susceptibles de former des sels acides, permet d'obtenir, lorsque l'agent minéralisateur est le vanadate de lithine, une substance cristallisée ayant la composition de la pétalite

$$30SiO^2, 4Al^2O^3, 3LiO,$$

le plus silicaté des minéraux et le plus riche en lithine. Ce silicate alumineux naturel n'est pas le seul composé défini que fasse cristalliser le vanadate de lithine, car j'ai reconnu que ce sel minéralise au rouge

sombre la silice, l'alumine et la lithine dans deux autres proportions, savoir : $6SiO^2, Al^2O^3, LiO$ et $5SiO^2, Al^2O^3, LiO$. Le tungstate de lithine ne peut remplacer le vanadate de cette base dans toutes ces préparations, car ce sel jouit de la propriété de ramener tous les silico-aluminates de lithine à un type unique, celui qui contient 6éq de silice pour 1éq d'aluminate de lithine. Ce sel fournira donc ce silicate intermédiaire, exempt de tout mélange avec la pétalite et avec le silicate d'alumine et de lithine le moins silicaté.

» 1. *Silicate d'alumine et de lithine* ($5SiO^2, Al^2O^3, LiO$). — Ce composé, qu'on n'a pas encore signalé dans les roches et que les chimistes n'ont pas préparé, s'obtient en beaux cristaux par une méthode calquée sur celle qui m'a permis de reproduire l'amphigène.

» La silice et l'alumine, chauffées avec du vanadate de lithine à une température un peu supérieure à celle de la fusion de ce sel, fournissent en quelques heures un sable cristallin au milieu duquel se développent lentement des cristaux déterminables. En opérant sur un mélange qui contient au moins 1éq d'alumine pour 5éq de silice, le vanadate de lithine minéralise un silico-aluminate alcalin d'une grande pureté. L'analyse permet de constater que l'alumine et la silice s'y trouvent exactement dans le rapport de 1 à 5 :

Silice	69,03	$5SiO^2$	69,12
Alumine	23,74	Al^2O^3	23,96
Lithine	6,08	LiO	6,92
Perte	1,15		
	100,00		100,00

» Les quantités d'oxygène des éléments lithine, alumine et silice sont donc entre elles dans les rapports 1 : 3 : 10. La composition de ce silicate rappelle celle de l'oligoclase, car les analyses de ce feldspath conduisent à adopter les rapports 1 : 3 : 9 ou, avec presque autant de probabilité, les rapports 1 : 3 : 10, qui ont sur les premiers l'avantage de faire rentrer la formule de ce minéral dans une série régulière.

» Comme l'oligoclase, ce silicate résiste à l'action des acides, et, comme lui, il raye facilement le verre. Sa densité est 2,40 à 12°.

» Les cristaux sont transparents, quelquefois laiteux, isolés ou réunis en druses. La forme dominante est un octaèdre à base carrée. La base p est rare, ainsi que les faces d'un dioctaèdre; mais presque toutes les faces

portent des stries parallèles aux intersections de cette forme simple à seize faces avec les faces de l'octaèdre.

	Angles observés.	Angles calculés.
$b^1 b^1$ sur p	*101° à 100°.50′	»
$b^1 b^1$ adj........... ..	114 à 114.25	113°52′

» Le rapport du côté de la base à la hauteur du prisme est à peu près celui des nombres 1000 et 824.

» Ces cristaux sont biréfringents. L'examen optique et la détermination cristallographique s'accordent pour les rapporter au système quadratique, car des plaques taillées parallèlement à la base p ne rétablissent pas la lumière lorsqu'on les place entre les nicols croisés d'un microscope.

» Ces mêmes cristaux se forment aux dépens du mica lorsqu'on chauffe ce minéral avec du vanadate de lithine. Les lames de mica deviennent opaques et s'incrustent d'octaèdres qui s'accolent entre eux à la façon des octaèdres de la hausmannite.

» 2. *Silicate d'alumine et de lithine* ($6SiO^2, Al^2O^3, LiO$). — Ce silicate se prépare indifféremment par le vanadate et par le tungstate de lithine. Il suffit que l'alumine et la silice soient exactement dans le rapport de 1éq d'alumine pour 6éq de silice, pour l'obtenir exempt de tout mélange et en cristaux mesurables.

» L'analyse de ce silicate préparé par le vanadate de lithine fournit les résultats suivants :

Silice.............	72,60	$6SiO^2$..........	72,30
Alumine..........	22,00	Al^2O^3...........	21,60
Lithine (par diff.)...	5,40	LiO....	6,10
	100,00		100,00

» Ce silicate vient donc se placer, par sa composition, à côté de l'orthose et de l'albite, puisque les quantités d'oxygène contenues dans la lithine, l'alumine et la silice sont dans les rapports 1 : 3 : 12. Il est à l'orthose ce que le silicate précédent est à l'oligoclase.

» Il a la dureté de l'orthose, le même degré de résistance vis-à-vis des réactifs ; sa densité est 2,41 à 11°.

» Obtenu par le vanadate, ce silicate se présente en petits octaèdres qu'on ne peut distinguer par les mesures d'angles de l'octaèdre b^1, que j'ai décrit pour le silicate $5SiO^2, Al^2O^3, LiO$; mais, tandis que le silicate correspondant à l'oligoclase dépolarise énergiquement la lumière, le silicate corres-

pondant à l'orthose s'illumine à peine dans le champ obscur d'un microscope polarisant.

» Les cristaux préparés par le tungstate de lithine retiennent toujours un peu d'acide tungstique, mais ils sont souvent isolés, d'une transparence parfaite, et leurs faces, bien exemptes de stries, réfléchissent vivement la lumière. Leur forme dominante est un octaèdre à base carrée très surbaissé, portant en bordure les faces de l'octaèdre observé sur les cristaux qui prennent naissance dans le vanadate.

	Angles observés.	Angles calculés.
$b^2 b^2$ sur p	$^{*}117°30'$	»
$b^2 b^1$	137.10	136.58
$b^1 b^1$ sur v	99.50	101.2

» L'octaèdre b^1 est, à quelques minutes près, celui de l'oligoclase lithique. Les deux silicates, de compositions différentes, offrent donc un nouvel exemple d'isomorphisme géométrique, analogue à celui qu'on observe entre les feldspaths tricliniques. Cette similitude de forme n'entraîne pas l'égalité des constantes optiques, car le silicate $5SiO^2, Al^2O^3, LiO$ possède seul une double réfraction énergique.

» Il est impossible de ne pas rapprocher au point de vue chimique ces deux silicates des feldspaths. Leur forme quadratique et l'absence de clivages faciles conduisent à les placer à côté de l'amphigène, minéral qui appartient à la famille des feldspathides. L'albite et l'oligoclase du sous-groupe des feldspaths correspondent aux deux espèces $6SiO^2, Al^2O^3, LiO$ et $5SiO^2, Al^2O^3, LiO$ que je propose de placer dans le sous-groupe de l'amphigène. Elles ne sont encore que des produits de laboratoire, mais on peut espérer les découvrir dans les roches associées à la pétalite et aux micas lithiques. C'est également dans ce sous-groupe que vient se placer l'amphigène de sesquioxyde de fer, ce qui porte à trois le nombre des espèces artificielles à réunir à la leucite. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les phosphates et les borophosphates de magnésie et de chaux provenant du dépôt de guano de Mejillones* (lat. 23° à 24° S.). Note de M. **Domeyko**, présentée par M. Daubrée.

« Les guanos qui, sous la latitude de 12° à 13° S., dans les îles et sur la côte du Pérou, conservent bien l'azote de leur matière organique, n'en

renferment que quelques traces sous la latitude de 23° à 24° S. Ces derniers sont chargés principalement de phosphates.

» Le plus important des dépôts de ces guanos phosphatés est celui de Mejillones, situé près du bord de la baie de ce nom; il forme un bourrelet autour de la montagne connue sous le nom de *Morro de Mejillones*, dont la masse est composée de roches granitoïdes et syénitiques, traversées par des dykes de roches feldspathiques compactes ou porphyroïdes. Le dépôt de guano qui entoure cette montagne n'a environ que 50^m de largeur; sa puissance en profondeur est très variable. Il repose ordinairement sur des bancs de roches désagrégées et remaniées, dont on désigne deux espèces principales sous les noms de *tosca* et *ripio*. La tosca est tantôt une roche analogue au kaolin, plus ou moins dure, jaunâtre, tantôt une masse désagrégée, sablonneuse, incohérente, blanche; elle est ordinairement dépourvue de guano et des matières phosphatées. Le ripio, mélangé au contraire de guano, est brunâtre, terreux, chargé de petits fragments anguleux des roches de la montagne. Au milieu de sa masse argileuse, qui a l'aspect d'un guano, on trouve disséminés des rognons de gypse, de phosphate et borophosphate de chaux et de magnésie. Le ripio alterne souvent avec les couches de guano ou le recouvre : c'est une espèce de guano impur. Par suite des éboulements des roches de la montagne, produits pendant l'époque de l'accumulation du guano, et postérieurement à cette époque, on voit de gros blocs de ces mêmes roches au milieu du dépôt du guano, ce qui rend la forme de ce dépôt et son exploitation fort irrégulières.

» La masse principale du guano ordinaire est terreuse, brunâtre, composée de phosphate de chaux, de sel marin, de sulfate de chaux, de matière organique, qui lui donne sa couleur brunâtre, et accidentellement de quelques traces de phosphates de magnésie, d'alumine de fer et de nitrate. Ce guano ne donne à l'essai que 0,002 à 0,003 d'azote. Au milieu de cette masse qui forme l'objet de l'exploitation, on rencontre quelques variétés particulières de guano et quelques espèces minérales qui font l'objet de cette Notice, en l'accompagnant d'échantillons que je destine à l'École des Mines et au Muséum d'Histoire naturelle.

» 1° *Guano en roche*, nommé vulgairement guano *caliche*. C'est une roche dure, compacte, d'un gris plus ou moins foncé, à cassure plate, dans laquelle on distingue quelques particules cristallines. Cette roche, qui ne ressemble aucunement au guano ordinaire, se compose presque complètement de phosphate tribasique de chaux et ne perd que 12 à 13 pour 100 de son poids au grillage.

» 2° Le *guano* qu'on nomme *cristalizado* comprend principalement deux espèces :

» (*a*) *Phosphate double de chaux et de magnésie*, en cristaux implantés sur les parois des cassures naturelles de la roche, ou bien dans l'intérieur des cavités des masses durcies du guano. Les cristaux sont incomplets, oblitérés ou chargés de facettes, mais la forme dominante me paraît appartenir au prisme rectangulaire. Ces cristaux ont toujours un éclat vif, vitreux; ils sont plus ou moins transparents, incolores. Les plus purs m'ont donné à l'analyse :

Magnésie	18,53
Chaux	5,80
Acide phosphorique	40,13
Eau et traces de matières organiques	36,00
	100,46

$$2(CO, MgO)PhO^5 + 6Aq.$$

» (*b*) *Phosphate de magnésie*, fibreux et en cristaux très allongés, de formes pyramidales, terminés par des pointes très aiguës, toujours groupés en faisceaux divergents; éclat vitreux, couleur grisâtre. Ces cristaux se trouvent toujours au milieu des masses terreuses de guano, dont ils se détachent facilement. Les variétés fibreuses ont un éclat soyeux. Le minéral pur, cristallisé, débarrassé de la matière brunâtre qui s'attache à sa surface et d'un peu de sulfate de chaux qui s'y trouve ordinairement mélangé, a la composition $PhO^5, 2MgO$. J'ai trouvé, en effet :

		Théorie.
Acide phosphorique	64,89	63,67
Magnésie	35,11	36,33

» Le minéral, préalablement desséché au bain-marie, subit au grillage une perte de 35 à 36 pour 100 de son poids, dont une partie de matière organique.

» 3° *Borophosphate de magnésie et de chaux*. Ce minéral forme des concrétions, en forme de boules et de rognons, disséminés au milieu des masses terreuses de guano, principalement au milieu du ripio. Ces concrétions, qui rarement dépassent $0^m,05$ à $0^m,06$ en diamètre, sont tendres et tachent les doigts; mais leur intérieur est toujours plus compacte et plus homogène, et résiste au choc du marteau. Le minéral est complètement amorphe, d'un blanc jaunâtre; sur sa cassure plane, on distingue souvent, dans la partie extérieure des rognons, des zones brunâtres, dont la couleur est due à la matière organique du guano. La matière non grillée est facilement soluble dans les acides; mais, si l'on prolonge le grillage, en élevant la température, le résidu résiste à l'action de l'acide nitrique. Au chalumeau, le fragment exposé à une forte chaleur blanchit et se couvre à la surface de petites bulles luisantes, vitreuses. La poussière calcinée au rouge clair dans un creuset de platine ne fait que s'agglomérer et ne se fond pas. On reconnaît la présence de l'acide borique dans ce minéral, aussi facilement par la couleur qu'il communique à la flamme de l'alcool que par la couleur de la flamme de l'hydrogène, en employant la méthode de M. Dieulafait (*Ann. de Chimie et de Physique*, 1877; t. XII, p. 831).

» J'ai trouvé que la matière pure, prise à l'intérieur des rognons, s'en rapproche.

Magnésie	24,38
Chaux	0,14
Acide phosphorique	27,60
Acide borique	6,80
Eau, matière organique	38,30
Alumine et traces de fer	2,30
	99,52

» Le Dr Krutt, chimiste de la Compagnie qui exploite le guano de Mejillones, et à qui je dois la connaissance du minéral, a trouvé, dans un échantillon des borophosphates qu'il a analysés, 11,60 d'acide borique.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la composition des eaux de Cransac (Aveyron).* Note de M. **Ed. Willm.**

« L'eau minérale de Cransac est presque exclusivement composée de sulfates. Elle est caractérisée par la présence de quantités considérables de sulfates d'aluminium et de manganèse, tandis que le fer y fait totalement défaut, quoique ces eaux résultent du lessivage de cendres de pyrites qui sont en combustion depuis des siècles dans diverses parties de la montagne, combustion qui se manifeste à l'extérieur par d'abondantes fumées et des vapeurs acides. L'absence du fer ne peut être attribuée qu'à un contact ultérieur des eaux avec des roches dolomitiques qui précipitent tout le fer et saturent l'acide libre, sans précipiter le manganèse et l'alumine. En même temps que le manganèse, l'eau de Cransac contient un autre métal en quantités appréciables, assez rare dans les eaux minérales, le *nickel*, ainsi que des traces de *zinc*, mais point de cuivre.

» Ces métaux sont très facilement décelés après la précipitation de l'alumine par l'ammoniaque, en ajoutant du sulfure ammonique à la solution ammoniacale. Les sulfures précipités sont ensuite traités par l'acide chlorhydrique, qui dissout les traces de sulfure de zinc, mais laisse le sulfure de nickel. Pour le dosage, celui-ci a été dissous dans l'acide azotique, et le nickel a ensuite été précipité sous forme d'oxyde.

» Le manganèse a été dosé par la méthode de M. Beilstein, qui consiste à ajouter du chlorate de potassium à la solution nitrique bouillante du résidu de l'eau, privée de silice.

» Les analyses que nous donnons ci-après sont très différentes de

celles qui ont été publiées antérieurement. Nous croyons, en conséquence, que ces eaux n'offrent pas une composition très constante, au moins pour la proportion, si ce n'est pour la nature des sels dissous. La comparaison des chiffres obtenus à deux dates différentes en est du reste une preuve.

» Nous ferons encore remarquer l'absence d'arsenic et la prédominance marquée de la potasse sur la soude.

» De deux sources principalement exploitées autrefois, une seule subsiste aujourd'hui : c'est celle qui porte le nom de *source basse Richard;* sa température est de 12°,4. La source haute a disparu par suite de travaux exécutés par la Compagnie d'Orléans; elle passait pour être fortement ferrugineuse.

Composition de l'eau de la source basse Richard.

	Eau du 15 avril 1879.	Eau du 14 juillet 1879.
	gr	gr
Acide carbonique libre	0,0175 (1)	non déterm.
Sulfate de magnésium	1,7920	1,9985
» de calcium	1,5640	1,5623
» d'aluminium	0,2800	0,1760
» de manganèse	0,0158	0,0704
» de nickel	0,0007	0,0008
» de potassium	0,2230 (potassium et sodium)	0,1446
» de sodium		0,0908
» de lithium	traces (lithium, rubidium, zinc)	traces
» de rubidium		
» de zinc		
Chlorure de sodium	0,0151	0,0161
Silice	0,0790	0,0870
Acides phosphorique et borique	traces	traces
Total par litre	3,9696	4,1465
Poids du résidu observé	3,9820	4,1820

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le delta pliocène du Rhône à Saint-Gilles (Gard).* Note de M. COLLOT, présentée par M. Daubrée.

« Depuis plusieurs années je songeais à rapprocher de la description que M. Colladon a donnée de l'ancien delta de l'Arve, sur lequel est bâtie la

(1) Ce dosage a été fait sur place en chassant le gaz par l'ébullition et le recevant dans une solution de chlorure de baryum ammoniacale.

ville de Genève, un fait nettement observable à Saint-Gilles (Gard), dans les terrasses qui encaissent la vallée du Rhône. La Note de M. Desor [1] sur les poudingues pliocènes de la Corniche me fournit l'occasion de publier cette observation. Le Rhône n'est pas un torrent coulant dans des gorges de montagnes abruptes et aboutissant à une côte accore, comme les cours d'eau de la Corniche. Nous retrouvons pourtant, vers son ancienne embouchure pliocène, les mêmes faits que signale M. Desor.

» Un poudingue de cailloux, les uns calcaires, les autres siliceux, montre, dans les environs de Saint-Gilles, les mêmes rapports avec les sables pliocènes à *Ostræa undata* et avec les marnes pliocènes fossilifères inférieures à ces derniers, que le poudingue du delta du Var avec les marnes pliocènes des Alpes maritimes. Sous le cimetière de Saint-Gilles, qui domine de près de 30^m le cours du Rhône, une surface abrupte laisse voir que ce poudingue est formé de lits alternatifs de cailloux et de sable, minces, très régulièrement stratifiés, inclinés d'environ 30° vers l'aval du Rhône. Ils sont coupés brusquement dans le haut par une ligne presque horizontale, à peine inclinée vers l'aval, sur laquelle des cailloux de même nature, mais plus gros, forment une nappe horizontale. Ces derniers cailloux sont imbriqués, avec leur axe incliné vers l'amont, comme cela se produit sous l'influence des courants.

» C'est bien, dans la partie inférieure, le talus d'éboulement du bord d'un delta en voie de formation; dans la partie supérieure, la couche horizontale complémentaire du delta, qui s'étale par-dessus la position déjà formée, et renferme généralement de plus gros cailloux, comme l'a expliqué M. Colladon. »

M. A. **Roiti** adresse de Florence une Lettre de laquelle il résulte que l'idée émise par M. *Chambrier* (*Comptes rendus*, séance du 23 février), de creuser le noyau des électro-aimants, en garnissant l'armature d'une monture épousant cette cavité, avait été émise dès 1855 par M. *del Giudice*, et expérimentée par une Commission qui en avait fait l'objet d'un Rapport à l'Institut d'encouragement de Naples, le 19 décembre 1872.

M. G. **Aupée** adresse une Note relative à l'action de la lumière sur le phosphate de fer en présence de l'acide lactique.

---

(1) *Comptes rendus*, même volume, page 324.

M. **Déclat** adresse une Note sur un traitement de la fièvre typhoïde par l'acide phénique et le phénate d'ammoniaque.

M. **H. Milne Edwards**, en présentant, de la part des auteurs, le Tome II des « Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon », signale à l'attention de l'Académie deux Mémoires contenus dans ce Volume : 1° une monographie des Invertébrés de la molasse du Lyonnais et du Dauphiné, par M. *Locard;* 2° un Mémoire de MM. *Lortet* et *Chantre* sur les Mastodontes du bassin du Rhône.

M. **Lalanne** présente, au nom de M. l'ingénieur des Ponts et Chaussées *Chemin*, un Ouvrage intitulé « Tramways : construction et exploitation ». Cet Ouvrage se compose de deux Parties distinctes : l'une traduite de l'anglais et due à M. *Kinnear Clark*, membre de l'Institution des Ingénieurs civils de Londres; l'autre, due au traducteur, est un appendice sur les tramways français, leur construction, leur exploitation, le matériel roulant et les machines de traction qui y sont employées.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Ouvrages reçus dans la séance du 8 mars 1880.

Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon; t. II. Lyon, H. Georg, 1879; in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Histoire de l'Anatomie physiologique, pathologique et philosophique; par le Dr A. Burggraeve. 3e édition. Paris, Chanteaud et Cie, 1880; 1 vol. gr. in-8°.

Théorie générale de l'action chimique; par E.-J. Maumené. Paris, Dunod, 1880; in-8°. (Présenté par M. Fremy.)

Tramways : construction et exploitation; par D. Kinnear Clark. Ouvrage

traduit de l'anglais et augmenté d'un *Appendice sur les tramways français*, par M. O. Chemin. Paris, Dunod, 1880; 1 vol. in-8°, avec atlas in-4°. (Présenté par M. Lalanne.)

Recueil de Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires; III[e] série, t. XXXV. Paris, V. Rozier, 1879; in-8°.

Recherches sur la mue du bec des oiseaux de la famille des Mormonidés; par le D[r] L. Bureau. Paris, F. Savy, 1879; in-8°. (Présenté par M. A. Milne Edwards.)

Observations et lectures d'un médecin de campagne; par le D[r] A. Coriveaud. Paris, J.-B. Baillière, 1880; in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1880.)

Résolution générale des équations. Méthode spéciale ou téléologique de H. Wronski, démontrée par A. Bukaty. Paris, Gauthier-Villars, 1878; br. in-4°. (Présenté par M. d'Abbadie.)

Elévation et distribution d'eau. Service des eaux de Versailles, Marly, Meudon et Saint-Cloud; par M. Armengaud. Paris, chez l'Auteur, 1880; br. in-8°.

Remarques sur les fractions périodiques; par M. C.-A. Laisant. Bordeaux, impr. Gounouilhou, 1879; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*.)

Bulletin du Comité agricole et industriel de la Cochinchine; troisième série, t. I, n° 1, année 1878. Paris, Challamel, 1879; in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; 2[e] série, t. III, 3[e] cahier. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Chaumas-Gayet, 1880; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions, Belles-Lettres de Toulouse; 8[e] série, t. I, 1[er] et 2[e] semestres. Toulouse, impr. Douladoure, 1879; 2 vol. in-8°.

Ecimage des jeunes peupliers de la vallée de l'Ourcq; par M. A. Burger. Paris, Librairie agricole, 1878; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'Agriculture de Meaux*.)

Le Phylloxera dans le Loiret; par J. Duplessis. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait des *Annales agronomiques*.)

Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires; par A. GAUDRY, 2ᵉ fascicule. Paris, F. Savy, 1880; in-4°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques; t. XXVIII, PIL-POI. Paris, J.-B. Baillière, 1880; in-8°.

La médecine du Thalmud ou tous les passages concernant la Médecine, extraits des vingt-un traités du Thalmud de Babylone; par le Dr J. M. RABBINOWICZ. Paris, chez l'auteur, rue de Seine, n° 63, 1880; in-8°.

Traité d'Analyse chimique par la méthode volumétrique; par le Dr E. FLEISCHER, traduit de l'allemand sur la deuxième édition par le Dr L. GAUTIER. Paris, Savy, 1880; in-8°.

Revues scientifiques publiées par le journal « la République française », *sous la direction de* M. PAUL BERT; 2ᵉ année. Paris, G. Masson, 1880; in-8°.

Rapport sur l'Exposition universelle. Sylviculture, faune forestière et agricole; par M. BURGER. Paris, Librairie agricole, 1879; br. in-8°.

Recherches sur la comète périodique de d'Arrest et détermination des éléments en 1851, 1869 *et* 1877; *par* M. G. LEVEAU. Sans lieu ni date; in-4°. (Extrait des *Annales de l'Observatoire.*)

Théorie du mouvement de Vesta; par M. G. LEVEAU. Sans lieu ni date; in-4°. (Extrait des *Annales de l'Observatoire.*)

Publications de la Société française d'Hygiène. Annuaire pour 1880. *Statuts. Bureau. Comités d'études. Liste générale des Membres de la Société.* Paris, au siège de la Société; br. in-8°.

Commission géologique du Canada. ALFRED R. C. SELWYN, Directeur : *Rapports des opérations de* 1877-78 (traduction), publié par autorité du Parlement. Montréal, 1879; in-8°, avec cartes.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem et rédigées par E.-H. VON BAUMHAUER; t. XIV, livr. 3, 4 et 5. Harlem, les héritiers Loosjes, 1879; 2 livr. in-8°.

United States Commission of fish and fisheries; Part V : *Report of the Commissioner for* 1877. Washington, Government printing Office, 1879; in-8° relié.

Report of the meteorological council to the royal Society for the year ending 31st of march 1879. London, G.-E. Eyre and W. Spottiswoode, 1880; in-8°.

P. G.-St. Ferrari. *Sulle protuberanze e macchie solari osservate nel* 1878 *nell'Osservatorio del Collegio romano. — Riassunto delle ricerche intorno alla relazione fra i massimi e minimi delle macchie solari e le straordinarie perturbazioni magnetiche. — Determinazione dei valori magnetici assoluti. — Sulle protuberanze e le macchie solari osservate nel* 1877 *nell'Osservatorio del Collegio romano.* Roma, 1878-1879; 4 br. in-4°. (Estratto dagli *Atti dell'Accademia pontificia dei Nuovi Lincei.*)

DATES. (1)	Température de l'air, sous l'ancien abri. Minima. (2)	Température de l'air, sous l'ancien abri. Maxima. (3)	Température de l'air, sous l'ancien abri. Moyenne. (4)	Température de l'air. Moyenne des 24 heures (nouvel abri). (5)	Température du sol, à la surface du gazon. Minima. (6)	Température du sol, à la surface du gazon. Maxima. (7)	Température du sol, à la surface du gazon. Moyenne. (8)	Température du sol. Moyenne des 5 observ. trihoraires de jour. (9)	Température du sol. à la profondeur de 0m,30 (à midi). (10)	ACTINOMÈTRE. (11)	UDOMÈTRE. (12)	Eau de la terre sans abri. Total en millimètres. (13)	Eau de la terre sans abri. Évaporation en millimètres. (14)	ÉVAPORATION DE L'EAU PURE. (15)	Électricité atmosphérique (sans correction locale). (16)	Pour 100mc d'air. Ozone en milligrammes. (17)	Pour 100mc d'air. Acide carbonique en litres. (18)	Pour 100mc d'air. Azote ammoniacal en milligr. (19)	Pour 100mc d'air. Azote organique en milligr. (20)
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	d	mm	mm	mm	mm	D	mg	l	mg	mg
1	- 5,3	6,3	0,5	- 0,1	- 6,9	9,9	1,5	1,3	-0,4	22,8	.	47,1	0,0	.	87	0,1	28,2	1,6	0,2
2	- 4,4	9,9	2,8	1,6	- 5,0	14,0	4,5	4,1	-0,4	27,8	.	47,2	0,0	.	55	0,0	28,6	1,7	0,3
3	- 3,8	6,7	1,5	- 0,5	- 5,4	11,2	2,9	1,9	-0,2	17,3	.	47,2	0,0	.	73	0,1	28,7	1,7	0,4
4	- 3,9	7,5	1,8	- 0,3	- 4,0	10,9	3,5	2,2	-0,1	20,0	.	47,2	0,0	.	67	0,1	28,4	1,7	0,3
5	(-6,0)	9,7	1,9	0,2	- 6,0	14,3	4,2	3,3	-0,1	25,9	.	47,2	0,0	.	63	0,1	28,7	1,6	0,4
6	- 1,9	10,0	4,1	2,9	- 4,2	14,3	5,1	4,8	0,0	27,0	.	47,0	0,2	.	49	0,1	29,0	1,9	0,5
7	1,1	6,3	3,7	4,2	- 0,1	6,3	3,1	4,4	0,0	5,0	1,5	47,5	0,9	.	27	0,2	29,3	1,8	0,4
8	3,9	8,4	6,2	5,0	3,7	10,1	6,9	5,5	0,1	6,1	3,8	49,5	1,9	.	36	0,8	27,7	1,6	0,4
9	0,6	8,7	4,7	3,7	- 0,5	12,2	5,9	5,3	0,1	24,0	0,0	48,8	0,7	.	50	1,0	26,4	1,9	0,6
10	- 0,4	8,5	4,1	3,9	- 1,6	12,6	5,5	4,7	0,1	11,0	5,9	51,6	3,1	.	93	0,8	26,7	2,1	0,7
11	4,3	6,1	5,2	4,7	4,0	7,7	5,9	5,5	0,1	6,5	9,0	58,7	1,9	.	66	.	.	1,5	0,5
12	0,6	6,2	3,4	3,3	0,0	6,3	3,2	3,2	0,2	5,0	2,9	60,3	1,3	.	54	1,3	26,4	1,8	0,5
13	1,0	8,9)	5,0	3,3	- 2,0	16,2	7,1	5,3	0,2	18,4	0,0	60,4	0,0	.	64	1,5	.	1,5	0,4
14	- 0,5	8,0(	3,8	3,3	- 2,8	12,0	4,6	4,9	0,2	17,8	.	59,6	0,8	.	54	0,7	26,0	2,4	0,7
15	2,5	13,1	7,8	6,7	2,1	16,1	9,1	9,1	0,3	30,4	0,5	58,6	1,5	1,7	48	0,9	27,0	2,5	0,6
16	6,4	12,6	9,5	9,2	5,7	12,8	9,3	9,8	2,2	9,6	4,1	61,2	1,5	2,3	27	1,0	27,2	2,1	0,6
17	9,0	11,5	10,3	8,7	8,4	11,8	10,1	8,4	3,9	6,7	3,6	63,1	1,7	2,6	29	0,6	25,7	1,6	0,5
18	3,9	13,2	8,6	8,2	3,4	17,4	10,4	(10,0)	4,2	(17,0)	0,4	62,5	1,0	1,7	(21)	0,4	25,5	2,1	0,7
19	8,9	16,0	12,5	11,4	7,0	18,2	12,6	12,4	5,3	11,5	1,7	61,8	2,4	4,4	29	0,7	27,8	1,6	0,5
20	8,1	14,7	11,4	10,4	7,0	17,1	12,1	11,5	6,1	21,0	1,1	60,8	2,0	4,2	16	1,3	28,4	.	.
21	7,5	13,7	10,6	9,5	6,6	18,0	12,3	10,7	6,4	17,8	2,9	62,1	1,6	2,7	23	1,1	.	.	.
22	6,6	10,6	8,6	7,1	6,0	15,9	11,0	8,2	6,6	9,8	1,3	63,0	1,4	1,0	46	1,0	27,1	1,9	0,3
23	2,5	7,0	4,8	4,5	0,6	8,9	4,8	5,0	5,9	4,9	0,0	(62,6)	(0,4)	1,1	44	1,5	27,2	1,8	0,4
24	des	cen	dante	3,2	3,2	5,8	4,5	3,4	5,5	2,1	0,2	61,6	1,2	1,8	36	0,1	27,2	1,4	0,3
25	0,0	1,4	0,7	0,4	0,2	2,8	1,5	1,0	4,5	3,0	.	61,3	0,3	.	44	0,0	27,1	1,4	0,3
26	- 1,1	5,0	2,0	2,2	- 0,6	8,6	4,0	3,4	4,0	10,0	0,0	61,0	0,4	.	40	0,0	28,3	1,7	0,3
27	0,7	8,2	4,5	3,6	- 0,8	16,8	8,0	6,3	3,7	27,8	.	60,2	0,7	.	58	0,9	28,0	1,5	0,3
28	1,1	10,7	5,9	6,3	- 0,5	15,8	7,7	7,0	3,9	10,6	0,0	58,7	1,5	1,8	32	1,5	28,8	1,7	0,4
29	6,8	10,6	8,7	8,2	6,2	12,7	9,5	9,1	4,9	9,9	0,0	57,4	1,3	2,0	24	1,4	29,0	1,7	0,4
1e déc.	- 2,0	8,2	3,1	2,1	- 3,0	11,6	4,3	3,8	-0,1	18,7	11,2	48,0	6,8	.	60	0,3	28,2	1,8	0,4
2e déc.	4,4	11,0	7,7	6,9	3,3	13,6	8,4	8,0	2,3	14,4	23,4	60,7	14,1	.	41	0,9	26,8	1,9	0,6
3e déc.	3,0	8,4	5,7	5,0	2,3	11,7	7,0	6,0	5,0	10,7	4,3	60,9	8,8	.	38	0,8	27,8	1,6	0,3
Mois..	1,7	9,2	5,4	4,6	0,8	12,3	6,6	5,9	2,3	14,7	38,9	56,4	29,7	.	47	0,7	27,7	1,8	0,4

DATES.	Baromètre à midi réduit à zéro (alt. 77m,5). (21)	Magnétomètres à midi. Déclinaison. (22)	Magnétomètres à midi. Inclinaison. (23)	Magnétomètres à midi. Composante horizontale. (24)	Vents. Vitesse moyenne en kilomètres par heure. (25)	Vents. Direction dominante à terre. (26)	Vents. Direction des nuages (k désigne les cirrus). (27)	Psychromètre. Tension de la vapeur. (28)	Psychromètre. Humidité relative. (29)
	mm	° ′	° ′		km			mm	
1	764,9	16.53,9	65.28,3	.	5,6	NNE puis SE	.	4,5	91
2	766,2	54,2	27,9	.	7,5	S¼SE	.	4,9	84
3	767,9	53,7	28,2	.	2,6	Incertaine	.	4,5	94
4	765,8	51,0	29,5	.	2,8	WNW puis SSW	.	4,5	90
5	761,3	53,0	28,4	.	9,3	S	.	4,6	88
6	758,1	54,5	28,3	.	12,0	S¼SE	.	4,9	78
7	752,9	53,5	29,6	.	19,3	S	.	6,1	96
8	745,7	53,0	29,4	.	18,3	SSE à S et W	S à W	6,4	91
9	745,8	53,9	29,7	.	23,7	SSE à SSW	SSW	5,4	83
10	742,9	53,6	29,5	.	13,0	S à E et NE	SW k	5,6	90
11	746,8	51,7	30,6	.	8,3	S à W et NW	NW	6,6	99
12	754,9	52,4	30,6	.	15,3	SSW	.	5,9	97
13	762,6	54,8	29,9	.	7,5	Variable	WNW	5,4	85
14	756,4	55,1	30,5	.	13,5	SSE	SW k	5,0	82
15	751,4	57,9	29,6	.	14,6	SSE	SSW	6,5	82
16	738,3	52,5	29,7	.	26,3	SSE	SSW	7,8	85
17	737,3	53,4	29,9	.	23,3	SSW	SW	7,8	91
18	746,3	53,8	29,6	.	28,3	SSW	SW	(7,0)	(77)
19	747,2	53,1	29,3	.	41,3	SSW	WSW	7,2	67
20	749,4	56,2	28,5	.	37,8	SW	WSW	6,7	68
21	754,6	53,2	29,5	.	22,3	SW	WSW	7,1	74
22	750,1	53,3	29,2	.	10,7	SW à NW	NW	6,8	87
23	752,8	53,6	30,8	.	12,0	NW	W à N	5,6	86
24	758,9	52,6	30,1	.	22,2	N¼NE	NNE	4,9	83
25	766,4	53,0	30,0	.	13,3	NW à NE	.	4,1	85
26	757,8	55,5	29,8	.	16,4	WSW	W	5,0	91
27	754,4	55,4	29,3	.	14,8	WNW à SW	NW k	4,9	78
28	750,0	55,8	28,4	.	25,7	SW	.	6,2	84
29	751,6	53,6	28,1	.	18,5	W à S	W¼SW	6,7	80
1e déc.	757,2	16.53,4	65.28,9	.	11,4	.	.	5,1	88
2e déc.	749,1	54,1	29,8	.	21,6	.	.	6,6	83
3e déc.	755,2	54,0	29,9	.	17,3	.	.	5,7	83
Mois..	753,7	16.53,8	65.29,4	.	16,8	.	.	5,8	85

REMARQUES. (30)

Le 1er, forte gelée blanche, assez beau. Le 2, brouillard assez dense le matin, puis beau. Le 3, brouillards denses persistants, très épais le soir; *maximum barométrique de* 768,2 *vers* 10 h. Le 4, brouillards le matin, beau ciel le soir, petit verglas la nuit. Le 5, beau temps après brouillard modéré le matin, givre et verglas la nuit. Le 6, ciel peu nuageux. Le 7, continuellement pluvieux depuis 8 h. du matin ainsi que le lendemain 8, mais principalement ce dernier jour entre 1 h. 30 et 8 h. et de 12 h. 45 à 15 h. Un temps d'arrêt dans la baisse barométrique : oscillation d'un caractère orageux dont l'effet est de relever momentanément la pression de 744,6 à 750,7 le 8 entre 7 h. et 21 h. Le 9, ciel très nuageux, variable à la pluie. Le 10, gelée blanche le matin, pluie assez forte de 16 h. 15 à 19 h. 30, *minimum barométrique de* 8 *h. à* 9 *h. du soir* = 739,6.

Le 11, continuellement pluvieux, surtout de 1 h. 30 à 8 h. 30 et de 11 h. 30 à 14 h.; intermittences de brouillards ou bruine. Le 12, rosée le matin, pluie de 11 h. à 15 h. Le 13, gelée blanche le matin, suivie d'un peu de pluie; *maximum barométrique de* 762,7 *vers* 11 h. 30. Le 14, gelée blanche le matin, ciel très nuageux. Le 15, pluie faible avant le jour. Le 16, temps de bourrasques, pluies intermittentes, notamment de 0 h. à 3 h. Le 17, temps de bourrasques, pluies intermittentes, notamment de 6 h. à midi; *minimum barométrique de* 734,3 *vers* 1 *h.* 20 *du matin*. Le 18, pluvieux le matin et vers le soir. Le 19, temps de bourrasques, pluie le soir et surtout de 17 h. 30 à 20 h. 30. Le 20, temps de bourrasques, soirée pluvieuse et notamment de 13 h. 30 à 21 h.

Le 21, temps de bourrasques et pluies faibles intermittentes après averse entre 0 h. et 1 h. Le 22, journée pluvieuse, principalement de 10 h. 30 à 11 h. Le 23, pluvieux dans la matinée après rosée. Le 24, pluie fine avant le jour. Le 25, uniformément couvert et brumeux; *maximum barométrique de* 766,6 *à* 11 *h.* 30. Le 26, gouttes de pluie dès 15 h. Le 27, halo, gelée blanche le matin. Le 28, gouttes de pluie par intervalles, l'après-midi et le soir. Le 29, gouttes de pluie plus rares.

MOYENNES HORAIRES DU MOIS DE FÉVRIER 1880.

HEURES.	HAUTEURS du baromètre à 0°.	TEMPÉRATURE de l'air à l'ombre.	TEMPÉRATURE gazon (sans abri).	DEGRÉ actinométrique.	PSYCHROMÈTRE. TENSION de la vapeur d'eau.	PSYCHROMÈTRE. DEGRÉ hygrométrique.	ÉVAPORATION de l'eau pure.	PLUIE.	VARIATION du poids du sol sans abri.	VITESSE DU VENT.	ÉLECTRICITÉ atmosphérique (sans correct. locale).	DÉCLINAISON de l'aiguille aimantée.	INCLINAISON de l'aiguille aimantée.	COMPOSANTE horizontale.
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
h.	mm	o	o	o	mm			mm	mm	km	Dll	o '	o '	
Mat. 1	753,98	3,21	»	»	»	»	»	2,65	.	14,9	»	»	»	.
2	53,92	3,11	»	»	»	»	»	1,25	.	14,2	»	»	»	.
3	53,80	2,89	»	»	»	»	»	1,50	1,85	14,2	»	»	»	.
4	53,59	2,83	»	»	»	»	»	2,85	.	15,5	»	»	»	.
5	53,57	2,65	»	»	»	»	»	2,95	.	15,2	»	»	»	.
6	53,58	2,52	2,27	0,00	5,27	92,3	(9,73)	1,30	3,12	15,4	44,9	16.48,0	65.29,3	.
7	53,63	2,47	»	»	»	»	»	1,70	.	14,9	»	»	»	.
8	53,80	2,69	»	»	»	»	»	2,60	.	15,7	»	»	»	.
9	53,89	3,52	(4,62)	(15,97)	(5,61)	(90,2)	2,41	1,85	3,68	16,3	(43,8)	(47,9)	29,6	.
10	53,92	4,53	»	»	»	»	»	1,60	.	17,2	»	»	»	.
11	53,94	5,01	»	»	»	»	»	3,00	.	19,7	»	»	»	.
Midi.	53,75	6,40	8,86	35,25	6,16	82,0	3,72	1,35	5,05	20,1	43,1	53,8	29,4	.
Soir. 1	53,43	7,20	»	»	»	»	»	1,50	.	20,0	»	»	»	.
2	53,18	7,87	»	»	»	»	»	2,05	.	20,2	»	»	»	.
3	53,06	7,88	9,31	22,36	6,12	75,7	6,47	0,80	7,93	20,0	42,7	53,2	29,0	.
4	53,01	7,54	»	»	»	»	»	0,20	.	18,9	»	»	»	.
5	53,19	6,63	»	»	»	»	»	1,60	.	17,6	»	»	»	.
6	53,37	5,70	4,63	0,00	5,97	85,0	5,03	0,95	3,69	15,8	58,7	50,6	29,2	.
7	53,48	5,23	»	»	»	»	»	4,20	.	16,3	»	»	»	.
8	53,54	4,74	»	»	»	»	»	1,80	.	16,6	»	»	»	.
9	53,61	4,42	»	»	»	»	»	0,60	3,19	15,3	»	»	»	.
10	53,60	4,26	»	»	»	»	»	0,25	.	15,5	»	»	»	.
11	53,57	4,06	»	»	»	»	»	0,05	.	16,3	»	»	»	.
Minuit.	53,55	3,82	»	»	»	»	»	0,30	1,17	16,4	»	»	»	.
TOTAUX.	»	»	»	»	»	»	(27,36)	38,85	29,68	»	»	»	»	.
Moy...	753,58	4,63	5,94	14,72	5,83	85,0	»	.	.	16,8	46,6	»	»	.

REMARQUES. (45)

Les résultats de chacune des colonnes (2), (3), (4), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (16), (22), (23), (24), (28), (29), (33), (34), (35), (36), (37), (41), (42), (43), (44), sont fournis par l'observation directe.

Les nombres des colonnes (12) et (38) sont empruntés aux mesures directes trihoraires réparties heure par heure d'après les indications de l'atmographe.

La moyenne diurne des colonnes (28) et (29) est calculée sur les cinq observations diurnes de 6 h. du matin à 6 h. du soir.

Les valeurs en direction de la force magnétique sont ramenées à la fortification du bastion n° 82.

(5) (13) (14) (21) (25) (31) (32) (39) (40). Résultats fournis par les enregistreurs relevés d'heure en heure.

(15) (37). Résultats fournis par l'évaporomètre Piche.

Le total de chaque jour est celui des vingt-quatre heures commençant à 6h du soir la veille. Le résultat mensuel de 6h du matin donné entre parenthèses comprend l'évaporation totale de la nuit. Il n'y est entré que douze jours.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 MARS 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur un développement particulier de la fonction perturbatrice.* Note de M. F. TISSERAND.

« Dans trois Mémoires insérés au Tome XV des *Comptes rendus*, Cauchy a proposé un nouveau développement de la fonction perturbatrice; ce développement se distingue des autres par la nature des transcendantes qui dépendent du rapport θ des grands axes des orbites; on considère habituellement une triple série de transcendantes représentées par $\frac{d^i b_s^{(n)}}{d\theta^i}$, où l'on donne à i et n les valeurs 0, 1, 2, ... et à s les valeurs $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \ldots$. Dans son nouveau développement, Cauchy remplace cette triple série par une double série de transcendantes $\Theta_{k,l}$, fonctions de θ.

» Je me propose, dans cette Note, d'arriver d'une manière très simple au développement donné par Cauchy, et de faire connaître quelques propriétés importantes des fonctions $\Theta_{k,l}$ et aussi leur liaison avec les fonctions $\frac{d^i b_s^{(n)}}{d\theta^i}$.

» Soient r et r' les rayons vecteurs des deux planètes, δ leur angle, Δ la

distance mutuelle des planètes; on a, en supposant $r < r'$,

(1) $$\frac{1}{\Delta} = \tfrac{1}{2}M_0 + M_1 \cos\delta + M_2 \cos 2\delta + \ldots + M_k \cos k\delta + \ldots,$$

où

$$M_k = 2\,\frac{1.3\ldots(2k-1)}{2.4\ldots 2k}\,\frac{r^k}{r'^{k+1}}\left[1 + \frac{\frac{1}{2}}{1}\,\frac{n+\frac{1}{2}}{n+1}\,\frac{r^2}{r'^2} + \frac{\frac{1}{2}.\frac{3}{2}}{1.2}\,\frac{(n+\frac{1}{2})(n+\frac{3}{2})}{(n+1)(n+2)}\,\frac{r^4}{r'^4} + \ldots\right],$$

(2) $$M_k = \frac{r^k}{r'^{k+1}}\,f\left(\frac{r^2}{r'^2}\right).$$

» On développe ordinairement cette expression de M_k suivant les puissances de $\frac{r}{a} - 1$ et $\frac{r'}{a'} - 1$; je vais obtenir la formule de Cauchy en développant seulement, dans l'expression (2), $f\left(\frac{r^2}{r'^2}\right)$. Je pose

$$\theta = \frac{a}{a'},\quad h = \theta^2,\quad u = \frac{r^2}{r'^2} - \frac{a^2}{a'^2}.$$

La formule de Taylor me donne

$$M_k = \frac{r^k}{r'^{k+1}} \sum_{l=0}^{l=\infty} \frac{u^l}{1.2\ldots l} f^{(l)}(h).$$

Je tire de (2)

$$b^{(k)} = \theta^k f(h),\quad f(h) = b^{(k)}\theta^{-k},$$

et il en résulte

$$M_k = \frac{r^k}{r'^{k+1}} \sum_{l=0}^{l=\infty} \frac{\left(\frac{r^2}{r'^2} - \frac{a^2}{a'^2}\right)^l}{1.2\ldots l}\,\frac{d^l}{dh^l}\left(b^{(k)}\theta^{-k}\right).$$

La formule (1) donne ensuite

$$\frac{1}{\Delta} = \frac{1}{2}\sum_{l=0}^{l=\infty} \frac{1}{r'}\,\frac{\left(\frac{r^2}{r'^2} - \frac{a^2}{a'^2}\right)^l}{1.2\ldots l}\,\frac{d^l}{dh^l}\,b^{(0)} + \sum_{k=1}^{k=\infty}\sum_{l=0}^{l=\infty} \frac{r^k}{r'^{k+1}}\,\frac{\left(\frac{r^2}{r'^2} - \frac{a^2}{a'^2}\right)^l}{1.2\ldots l}\,\frac{d^l}{dh^l}\left(b^{(k)}\theta^{-k}\right)\cos k\delta.$$

Or le développement donné par Cauchy est le suivant :

(3) $$\left\{\begin{aligned} &\frac{1}{\Delta} = \sum_{l=0}^{l=\infty} \Theta_{0,l} P_{0,l} + 2\sum_{k=1}^{k=\infty}\sum_{l=0}^{l=\infty} \Theta_{k,l} P_{k,l}, \\ &\text{où} \\ &P_{k,l} = \frac{1.3\ldots(2l-1)}{2.4\ldots 2l}\,\frac{r^k}{r'^{k+1}}\left(\frac{r^2}{r'^2} - \frac{a^2}{a'^2}\right)^l \cos k\delta. \end{aligned}\right.$$

On en déduit immédiatement l'expression suivante des transcendantes $\Theta_{k,l}$

de Cauchy :

$$(4)\qquad \begin{cases} 2\Theta_{k,0} = b^{(k)}\theta^{-k}, \\ 2\Theta_{k,l} = \dfrac{2l}{1.3\ldots(2l-1)}\dfrac{d^l}{dh^l}(b^{(k)}\theta^{-k}). \end{cases}$$

Or, en désignant par $F(\alpha, \beta, \gamma, x)$ la série hypergéométrique, on a

$$b^{(k)} = 2\,\frac{1.3\ldots(2k-1)}{2.4\ldots 2k}F(\tfrac{1}{2},\ k+\tfrac{1}{2},\ k+1,\ h).$$

Il en résulte donc, en vertu de formules connues,

$$(5)\qquad \Theta_{k,0} = \frac{1.3\ldots(2k-1)}{2.4\ldots 2k}\theta^k F(\tfrac{1}{2},\ k+\tfrac{1}{2},\ k+1,\ h),$$

$$(6)\qquad \Theta_{k,l} = \frac{2^l}{1.3\ldots(2l-1)}\frac{d^l\Theta_{k,0}}{dh^l},$$

$$(7)\qquad \Theta_{k,l} = \frac{1.3\ldots(2k+2l-1)}{2.4\ldots(2k+2l)}F(l+\tfrac{1}{2},\ k+l+\tfrac{1}{2},\ k+l+1,\ h).$$

» Les formules (5) et (7) montrent que les fonctions $\Theta_{k,l}$ sont des séries hypergéométriques; la formule (6) donne une expression très simple de $\Theta_{k,l}$, à l'aide de $\Theta_{k,0}$.

» En partant des propriétés bien connues de la série hypergéométrique, on arrive aisément à la relation suivante :

$$(k+l+\tfrac{1}{2})\Theta_{k,l} - [k+l+1-(k+2l+2)\theta^2]\Theta_{k,l+1} - (l+\tfrac{3}{2})\theta^2(1-\theta^2)\Theta_{k,l+2} = 0.$$

On en déduira, en toute sécurité, $\Theta_{k,l}$ de $\Theta_{k,l+1}$ et $\Theta_{k,l+2}$.

» Je trouve de même

$$(k+\tfrac{1}{2})\theta^2\Theta_{k+1,l} + (k+l-\tfrac{1}{2})\Theta_{k-1,l} = (k+l+k\theta^2)\Theta_{k,l},$$

d'où $\Theta_{k-1,l}$ en fonction de $\Theta_{k,l}$ et $\Theta_{k+1,l}$.

» Enfin, j'ai obtenu la relation suivante :

$$\Theta_{k-1,l} = \Theta_{k,l-1} + \theta^2\Theta_{k,l}.$$

» On voit, d'après les formules (3), que $P_{k,l}$ est de l'ordre l relativement aux excentricités des orbites; si donc on néglige les quantités du huitième ordre, comme on le fait généralement, l devra recevoir les valeurs 0, 1, ..., 7; on peut se convaincre aisément, en partant de ce qui précède, qu'il suffira de calculer $\Theta_{k'-1,7}$ et $\Theta_{k',7}$, pour pouvoir en déduire en toute sécurité, et par des calculs très simples, toutes les valeurs numériques des transcendantes $\Theta_{k,l}$;

k' désigne ci-dessus la plus grande valeur de k, qui sera, par exemple, 10 ou 11 dans la théorie de Jupiter et de Saturne.

» Pour établir les relations des nouvelles transcendantes avec les anciennes, je suis amené à avoir recours aux formules suivantes :

$$\frac{d^n\varphi(\sqrt{x})}{dx^n}=\frac{\varphi^{(n)}(\sqrt{x})}{(2\sqrt{x})^n}-\frac{n(n-1)}{1}\frac{\varphi^{(n-1)}(\sqrt{x})}{(2\sqrt{x})^{n+1}}+\ldots,$$

$$\frac{d^n\varphi(x^2)}{dx^n}=(2x)^n\varphi^{(n)}(x^2)+\frac{n(n-1)}{1}(2x)^{n-2}\varphi^{(n-1)}(x^2)+\ldots.$$

Je pose, en outre,

$$\Phi_{k,l}=2\Theta_{k,l}.1.3\ldots(2l-1)\theta^{k+2l},$$

$$b_n^{(k)}=\theta^n\frac{d^nb^{(k)}}{d\theta^n},$$

$$\frac{k(k+1)\ldots(k+i-1)}{1.2\ldots i}=[k]_i,$$

$$\frac{k(k-1)\ldots(k-i+1)}{1.2\ldots i}=(k)_i,$$

et je trouve

$$\begin{aligned}\Phi_{k,l}=b_l^{(k)}-l\left[[k]_1+\frac{l-1}{2}\right]b_{l-1}^{(k)}+l(l-1)\left[[k]_2+\frac{l-1}{2}[k]_1+\frac{(l-2)(l+1)}{2.4}\right]b_{l-2}^{(k)}+\ldots\\+(-1)^jl(l-1)\ldots(l-j+1)\left\{\begin{matrix}[k]_j+\frac{l-1}{2}[k]_{j-1}+\ldots\\+\frac{(l-i)(l+1)(l+2)\ldots(l+i-1)}{2.4\ldots2i}[k]_{j-i}+\ldots\end{matrix}\right\}b_{l-j}^{(k)}+\ldots,\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}b_n^{(k)}=\Phi_{k,n}+n\left[(k)_1+\frac{n-1}{2}\right]\Phi_{k,n-1}+n(n-1)\left[(k)_2+\frac{n-2}{2}(k)_1+\frac{(n-2)(n-3)}{2.4}\right]\Phi_{k,n-2}+\ldots\\+n(n-1)\ldots(n-j+1)\left\{\begin{matrix}(k)_j+\frac{n-j}{2}(k)_{j-1}+\ldots\\+\frac{(n-j)(n-j-1)\ldots(n-j-i+1)}{2.4\ldots2i}(k)_{j-i}+\ldots\end{matrix}\right\}\Phi_{k,n-j}+\ldots.\end{aligned}$$

Ceux des coefficients des termes de la fonction perturbatrice qui sont de la forme

$$A_0b^{(k)}+A_1b_1^{(k)}+A_2b_2^{(k)}+\ldots$$

se présenteront maintenant sous la forme

$$B_0\Phi_{k,0}+B_1\Phi_{k,1}+B_2\Phi_{k,2}+\ldots.$$

Peut-être pourrait-on profiter des relations nombreuses qui existent entre les $\Phi_{k,l}$ ou les $\Theta_{k,l}$ pour simplifier ces coefficients.

» En terminant, je ferai remarquer qu'on pourra remplacer, comme je

l'ai montré récemment, $\cos k\mathrm{V}$ par un nombre limité de termes tels que

$$Q_{i,j}^{(k)} \cos i(v' - v + \varpi' - \varpi) \cos j(v' + v + \varpi' + \varpi),$$

où $Q_{i,j}^{(k)}$ est la différence des carrés de deux polynômes dérivés de la série hypergéométrique; en se reportant à la formule (3), on verra que la fonction perturbatrice peut être décomposée en termes tels que

$$\Theta Q . r^h \cos \alpha v . r'^{-h'} \cos \alpha' v',$$

les cosinus pouvant aussi être remplacés par des sinus; si donc on désigne par U et U' les coefficients des cosinus de multiples déterminés des anomalies moyennes dans les développements de $r^h \cos \alpha v$ et $r'^{-h'} \cos \alpha' v'$, le coefficient d'un terme périodique quelconque de la fonction perturbatrice sera de la forme

$$\Sigma \Theta \mathrm{QUU}'.$$

Θ est une fonction de θ représentée par une série hypergéométrique; Q est une fonction de l'inclinaison mutuelle des orbites, représentée par deux polynômes dérivés de la série hypergéométrique; enfin U est une fonction de l'excentricité e, qui s'exprime à l'aide de la série hypergéométrique et des transcendantes de Bessel; U' est une fonction analogue de l'excentricité e'.

» On voit donc que la série hypergéométrique joue un rôle fondamental dans le développement de la fonction perturbatrice. »

MÉCANIQUE. — *De la compensation des températures dans les chronomètres.* Note de M. **Phillips** (¹).

« Nous allons maintenant mettre la valeur de $\frac{\Delta\tau'}{\mathrm{T}}$ sous une certaine forme. A cet effet, remarquons que la déformation du balancier est déterminée par celles de toutes les lames bimétalliques et de toutes les pièces qui se dilatent librement. Or la variation du moment d'inertie du balancier, due à une lame bimétallique quelconque, est, en vertu des équations (10) et (12), une fonction déterminée des deux variables $(\gamma'' - \gamma')\theta + (\delta'' - \delta')\theta^2$ et $\gamma_1\theta + \delta_1\theta^2$. D'un autre côté, la variation du moment d'inertie du balancier, due à l'une quelconque des pièces qui se dilatent librement, est déter-

(¹) Voir *Comptes rendus*, séance du 8 mars 1880.

minée par l'allongement proportionnel correspondant, qui est lui-même de la forme (12). Soient donc, pour toutes les lames bimétalliques, $x, x', x'', \ldots$ les différentes valeurs de $(\gamma''-\gamma')\theta+(\delta''-\delta')\theta^2$, puis, pour toutes les pièces qui se dilatent librement et pour les surfaces de séparation de toutes les lames bimétalliques, $x_1, x'_1, x''_1, \ldots$ les différentes valeurs de $\gamma_1\theta+\delta_1\theta^2$. $\frac{\Delta A}{A}$, et par suite $\frac{\Delta\tau'}{T}$, est une fonction déterminée des variables $x, x', x'', \ldots,$ $x_1, x'_1, x''_1, \ldots$, nulle quand toutes ces variables sont nulles. On a donc, en se limitant aux termes du second ordre par rapport à la température,

$$(15)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{\Delta\tau'}{T} &= ax+a'x'+a''x''+\ldots+a_1x_1+a'_1x'_1+a''_1x''_1+\ldots\\ &\quad+bx^2+b'x'^2+b''x''^2+\ldots+b_1x_1^2+b'_1x_1'^2+b''_1x_1''^2+\ldots\\ &\quad+cxx'+c'xx''+\ldots\\ &\quad+ix_1x'_1+i'x_1x''_1+\ldots+jxx_1+j'xx'_1+\ldots, \end{aligned}\right.$$

tous les coefficients du second membre dépendant uniquement de la forme et des dimensions du balancier et pouvant se calculer, au moyen de l'équation (14), de la manière qui a été expliquée ci-dessus.

Sous une forme abrégée, l'équation (15) peut s'écrire

$$(16)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{\Delta\tau'}{T} &= \Sigma ax+\Sigma a_1x_1+\Sigma bx^2+\Sigma b_1x_1^2\\ &\quad+\Sigma cxx'+\Sigma ix_1x'_1+\Sigma jxx_1. \end{aligned}\right.$$

» Posons maintenant, pour la clarté des notations,

$$x'=(\lambda''-\lambda')\theta+(\mu''-\mu')\theta^2 \quad \text{et} \quad x'_1=\gamma'_1\theta+\delta'_1\theta^2.$$

» En se bornant aux termes du second ordre par rapport à la température, on a, en vertu des équations (7), (13) et (16), pour déterminer la perturbation, l'équation

$$(17)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{\Delta T}{T} &= [N+\Sigma a(\gamma''-\gamma')+\Sigma a_1\gamma_1]\theta\\ &\quad+\{N'+N[\Sigma a(\gamma''-\gamma')+\Sigma a_1\gamma_1]+\Sigma a(\delta''-\delta')+\Sigma a_1\delta_1\\ &\quad+\Sigma b(\gamma''-\gamma')^2+\Sigma b_1\gamma_1^2\\ &\quad+\Sigma c(\gamma''-\gamma')(\lambda''-\lambda')+\Sigma i\gamma_1\gamma'_1+\Sigma j(\gamma''-\gamma')\gamma_1\}\theta^2. \end{aligned}\right.$$

En égalant à zéro les coefficients de θ et de θ^2 dans le second membre de l'équation ci-dessus, on a deux équations propres à déterminer deux des éléments de la construction du balancier de manière à annuler la pertur-

bation. Mais il n'est nullement démontré que, quel que soit le système du balancier, ces équations fournissent des valeurs admissibles de ces deux inconnues.

» Supposons donc que le chronomètre soit réglé de manière que ses marches aux températures extrêmes soient égales. Soient $\theta = \theta_1$ et $\theta = -\theta_1$ les températures extrêmes. On a

$$(18) \qquad \Sigma a(\gamma'' - \gamma') + \Sigma a_1 \gamma_1 = -\mathrm{N}$$

et la perturbation aux températures extrêmes, ou l'erreur secondaire, est donnée par l'équation

$$(19) \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{\Delta \mathrm{T}}{\mathrm{T}} = [&\mathrm{N}' - \mathrm{N}^2 + \Sigma a(\delta'' - \delta') + \Sigma a_1 \delta_1 \\ &+ \Sigma b(\gamma'' - \gamma')^2 + \Sigma b_1 \gamma_1^2 \\ &+ \Sigma c(\gamma'' - \gamma')(\lambda'' - \lambda') + \Sigma i \gamma_1 \gamma'_1 + \Sigma j(\gamma'' - \gamma')\gamma_1] \theta_1^2. \end{aligned} \right.$$

» L'élément de la construction du balancier déterminé par l'équation (18), étant fonction de N et figurant dans une partie des termes du second membre de l'équation (19), qui contient en outre N', on voit déjà que *le choix du spiral doit exercer une certaine, peut-être même une grande influence sur la valeur de l'erreur secondaire.*

» Supposons maintenant que toutes les lames bimétalliques soient formées par l'association des deux mêmes métaux, ceux-ci étant exactement dans le même état moléculaire dans toutes ces lames, auquel cas γ', γ'', δ' et δ'' ont les mêmes valeurs pour toutes les lames. Alors l'équation (18) devient

$$(20) \qquad (\gamma'' - \gamma')\Sigma a + \Sigma a_1 \gamma_1 = -\mathrm{N},$$

d'où

$$\Sigma a = -\frac{\mathrm{N} + \Sigma a_1 \gamma_1}{\gamma'' - \gamma'},$$

et l'erreur secondaire est donnée par l'équation

$$(21) \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{\Delta \mathrm{T}}{\mathrm{T}} = \Big[&\mathrm{N}' - \mathrm{N}^2 - \mathrm{N}\frac{\delta'' - \delta'}{\gamma'' - \gamma'} - \frac{\delta'' - \delta'}{\gamma'' - \gamma'}\Sigma a_1 \gamma_1 + \Sigma a_1 \delta_1 \\ &+ (\gamma'' - \gamma')^2(\Sigma b + \Sigma c) + \Sigma b_1 \gamma_1^2 + \Sigma i \gamma_1 \gamma'_1 + (\gamma'' - \gamma')\Sigma j \gamma_1 \Big] \theta_1^2 \end{aligned} \right.$$

» S'il arrivait que l'influence des pièces qui se dilatent librement et celle de la dilatation des surfaces de séparation des lames bimétalliques fussent

négligeables, cette équation se simplifierait, et elle deviendrait

$$(22)\qquad \frac{\Delta T}{T} = \left[N' - N^2 - N\frac{\delta'' - \delta'}{\gamma'' - \gamma'} + (\gamma'' - \gamma')^2(\Sigma b + \Sigma c)\right]\theta_1^2.$$

» Les trois premiers termes entre parenthèses du second membre de l'équation (21) dépendent essentiellement du spiral; de plus, le troisième dépend de la nature des deux métaux qui forment les lames bimétalliques. Occupons-nous spécialement de ce troisième terme qui entre dans l'erreur secondaire pour une part égale, en grandeur et en signe, à

$$-N\frac{\delta'' - \delta'}{\gamma'' - \gamma'}\theta_1^2 \times 86400$$

par vingt-quatre heures, le signe — correspondant à une avance et le signe + à un retard. Cherchons à nous rendre compte de l'importance de ce terme.

» Et d'abord d'observations faites avec un balancier non compensé, par MM. Delamarche et Ploix, M. Caspari, en se bornant aux termes du premier ordre par rapport à la température, a conclu, pour l'effet dû au spiral seul, celui-ci étant d'acier, un retard uniforme de $9^s,44$ par degré et vingt-quatre heures, ce qui donnerait, dans ce cas,

$$N = \frac{9,44}{86400}.$$

» Des observations faites, dans des circonstances analogues, par M. Airy et par M. Dent conduiraient sensiblement au même résultat.

» Nous pouvons, au moyen de ce qui précède, pousser l'approximation plus loin en tenant compte des termes du second ordre. En appliquant la formule (14) à un balancier non compensé, on trouve immédiatement, dans ce cas,

$$(23)\qquad \frac{\Delta\tau'}{T} = \gamma\theta + \delta\theta^2,$$

γ et δ étant respectivement les premier et second coefficients de dilatation linéaire du balancier.

» On a donc, dans ce cas, en vertu de (7),

$$(24)\qquad \frac{\Delta T}{T} = (N + \gamma)\theta + (N' + N\gamma + \delta)\theta^2.$$

» Soient respectivement d_0 et d_1 les marches du chronomètre pour deux

températures θ_0 et θ_1, ces températures étant comptées à partir d'une température moyenne, d'ailleurs arbitraire. On a

$$(25)\qquad (N+\gamma)\theta_0 + (N' + N\gamma + \delta)\theta_0^2 = \frac{d_0}{86400}$$

et

$$(26)\qquad (N+\gamma)\theta_1 + (N' + N\gamma + \delta)\theta_1^2 = \frac{d_1}{86400},$$

équations d'où l'on tire

$$(27)\qquad N = \frac{1}{86400}\left[\frac{d_0\theta_1^2 - d_1\theta_0^2}{\theta_0\theta_1(\theta_1-\theta_0)} - 86400\gamma\right]$$

et

$$(28)\qquad N' = \frac{1}{86400}\left[\frac{d_1\theta_0 - d_0\theta_1}{\theta_0\theta_1(\theta_1-\theta_0)} - 86400(N\gamma+\delta)\right].$$

» Parmi toutes les observations de MM. Delamarche et Ploix, faites avec un balancier de laiton, nous avons choisi les suivantes, qui nous ont paru offrir plus spécialement des garanties d'exactitude :

Température.	Marche.
°	m s
0	+3.33,5
19,9	—0. 2,7
21,9	—0.24,0
35	—2.52,6

» Afin d'appliquer les formules (27) et (28), prenons 0° pour température moyenne.

» Supposons d'abord $\theta_0 = 19°,9$ et $\theta_1 = 35°$. Alors $d_0 = 216^s,2$ et $d_1 = 386^s,1$, et les formules (27) et (28) donnent

$$N = 0,0001046,$$

d'où

$$86400N = 9^s,038,$$

et

$$N' = 0,0000001163,$$

d'où, pour la part de N' dans l'erreur secondaire,

$$86400N'\theta_1^2 = +2^s,26 \quad (\text{pour } \theta_1 = \pm 15°).$$

» Supposons maintenant $\theta_0 = 21°,9$ et $\theta_1 = 35°$. Alors $d_0 = 237^s,5$ et $d_1 = 386^s,1$, et les formules (27) et (28) donnent

$$N = 0,0001033,$$

d'où

$$86400\,N = 8^s,93$$

et

$$N' = 0,0000001532,$$

d'où, pour la part de N' dans l'erreur secondaire,

$$86400\,N'\theta_1^2 = +\,2^s,98 \quad (\text{pour}\ \theta_1 = \pm 15^\circ).$$

» Nous croyons pouvoir conclure de ce qui précède que, pour un spiral d'acier, la valeur très approchée de N peut être regardée comme étant donnée par la formule

(29) $$N = \frac{9}{86400} = \frac{1}{9600}.$$

» Quant à N', nous pensons que les expériences de MM. Delamarche et Ploix ne permettent pas d'en avoir la valeur avec une exactitude suffisante. Pour l'obtenir, pour un spiral déterminé, il faudrait des marches relevées au moyen d'une étuve à température rigoureusement constante. Les formules précédentes permettraient alors de calculer N et N'. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'hypothèse de Laplace*. Note de M. **Faye**.

« La belle hypothèse de Laplace sur la formation de notre monde est trop connue pour qu'il soit besoin de la rappeler ici. Elle paraissait rallier, il y a peu d'années, la grande majorité et même, d'après notre célèbre Correspondant feu le P. Secchi, l'unanimité des suffrages des astronomes. Cependant des doutes sérieux se sont élevés à l'étranger dans ces derniers temps, et le moment paraît être venu de soumettre cette hypothèse à un nouvel examen. C'est une tâche que je vais m'efforcer de remplir avec le respect que nous devons aux idées de notre grand géomètre et la réserve qu'impose un sujet si délicat.

» A l'époque de Laplace, cette hypothèse satisfaisait admirablement aux conditions que l'on connaissait ou du moins que l'on croyait bien connaître. Il y a dans notre système, disait Laplace, quarante-trois mouvements qui tous s'effectuent dans le même sens, à savoir les circulations de onze planètes et de dix-huit satellites, puis les rotations de quatorze de ces corps, à savoir le Soleil, six planètes, la Lune, les satellites de Jupiter, l'anneau de Saturne et un de ses satellites. Or on trouve, par le Calcul des probabilités, qu'il y a plus de 4000 milliards à parier contre 1 que cette

disposition n'est pas l'objet du hasard, ce qui forme une probabilité bien supérieure à celle des événements historiques sur lesquels on ne se permet aucun doute. Nous devons donc croire, au moins avec la même confiance, qu'une cause primitive a dirigé dans le même sens que la rotation du Soleil toutes ces circulations, toutes ces rotations de planètes et de satellites.

» Aussi Laplace a-t-il conçu son hypothèse de manière à assurer le même sens aux mouvements de circulation autour du Soleil, aux rotations des planètes, aux rotations des satellites et à leur circulation autour de leurs planètes centrales dans toute l'étendue du système solaire. Depuis cette époque, on a découvert plus de deux cents planètes, et l'une d'elles, Neptune, a presque doublé l'étendue de notre système. De cet énorme nombre de planètes nouvelles trouvées dans des régions différentes, pas une n'est venue contredire l'idée de Laplace.

» Il y a donc dans cette théorie un point inébranlable : c'est l'idée que notre système a été formé aux dépens d'une masse primitivement fort étendue et animée principalement d'un mouvement de rotation de droite à gauche. Quel que soit le mode de formation des planètes, lesquelles n'ont d'ailleurs emprunté à la masse primitive que $\frac{1}{700}$ au plus de sa valeur, la circulation originaire a dû engendrer des planètes se mouvant dans le même sens dans le plan de l'équateur primitif.

» Cependant, à côté de ces éclatantes confirmations, il s'est produit aussi des contradictions irrécusables qui ont ébranlé tout le reste de l'hypothèse. A l'époque de Laplace, les mouvements des satellites d'Uranus n'étaient pas bien connus. Il a fallu réduire à quatre leur nombre, évalué d'abord à six. La détermination du sens de leurs mouvements, qu'on avait crus d'abord directs par pure analogie, exigeait un temps assez long. On a fini par reconnaître que tous ces satellites sont rétrogrades, ce qui donne à croire que la rotation de la planète affecte le même sens.

» Mais la théorie était faite. Les astronomes se sont consolés d'abord de cet échec en pensant, fort gratuitement d'ailleurs, qu'il n'y avait là, au bout du compte, qu'une exception probablement due à quelque cause extérieure; mais, plus tard, on a découvert un satellite à la planète Neptune, bien plus loin encore qu'Uranus, et ce satellite s'est trouvé encore plus franchement rétrograde que ceux de cette dernière planète. Il ne s'agissait donc pas là d'une exception, mais d'un ensemble de faits, et la conclusion que voici, bien qu'elle n'ait pas été formulée, s'impose désormais. Le système solaire se divise en deux moitiés : dans l'une, la plus voisine du Soleil, les rotations des planètes et les mouvements des satellites sont tous directs; dans l'autre moitié ils sont tous rétrogrades.

» L'hypothèse de Laplace ne donne des mouvements directs aux satellites et aux rotations planétaires que par suite d'une idée préconçue dont je vais indiquer la filiation. Elle admet, en effet, que les anneaux nébuleux successivement détachés du Soleil tournaient autour de lui tout d'une pièce dans le sens direct, à la manière d'un anneau solide, en sorte qu'au bord extérieur la vitesse linéaire de rotation était plus grande qu'au bord intérieur, dans l'exacte proportion des distances au centre. S'il en est ainsi, et que l'anneau vienne à se transformer en une masse unique par la concentration de toutes ses particules autour d'un centre d'attraction prépondérant, cette masse devra prendre une rotation directe et donner plus tard naissance à des satellites également directs.

» Laplace avait profondément étudié la théorie des anneaux de Saturne, dont la considération l'a évidemment mis sur la voie quand il a voulu aborder plus tard la formation du système solaire. Or, dans ses recherches analytiques sur ces anneaux, Laplace a adopté et développé une idée de Maupertuis; il admettait, comme lui, que l'anneau de Saturne est animé d'un mouvement de rotation autour d'un axe, et il a montré que dans ces conditions un anneau fluide peut être en équilibre sous l'action mutuelle de ses particules combinées avec sa rotation et les forces extérieures, pourvu que la période de la rotation fût celle de la circulation d'un satellite placé là, et que sa figure génératrice fût une ellipse ayant son grand axe dirigé vers la planète. Évidemment Laplace a conçu plus tard sur le même plan tous les anneaux fluides qu'il a imaginés autour du Soleil.

» Or, aujourd'hui, les idées des astronomes ont totalement changé à ce sujet. On a abandonné l'idée de Maupertuis et de Laplace pour revenir à celle de Cassini, qui déjà considérait les anneaux de Saturne comme une réunion de satellites, à la vérité sans s'appuyer sur des considérations de Mécanique [1].

» Mais alors les particules de ces anneaux les plus éloignées du corps central ont les moindres vitesses linéaires, et, si elles viennent à se condenser en un seul globe devant donner naissance à une planète entourée de satellites, les rotations et les circulations de ce petit système seront toutes rétrogrades, comme cela a lieu dans une moitié du monde solaire. Seulement l'hypothèse de Laplace ainsi modifiée exigerait qu'il en fût de même partout, en sorte que pour nous en particulier, habitants de la Terre, le sens du mouvement journalier du ciel devrait être renversé.

» Ce n'est pas tout : on a découvert il y a trois ans, en Amérique, deux

[1] Voir à ce sujet les beaux Mémoires de M. Hirn et de feu M. Clerk Maxwell.

satellites à la planète Mars, qui n'en paraissait avoir aucun du temps de Laplace. Or le premier circule dans une région interdite par la théorie à la formation de ces astres. La durée de la rotation d'une planète, disait Laplace, doit être, dans mon hypothèse, plus petite que la durée de la révolution du corps le plus voisin qui circule autour d'elle. Or le satellite Phobos fait le tour de la planète en trois fois moins de temps que la planète ne tourne autour de son axe. Ce n'est pas là la seule exception à la règle de Laplace : il en est de même, comme l'a remarqué depuis longtemps M. Roche, d'une partie des anneaux de Saturne. Il y a donc quelque défectuosité dans l'idée mère de la théorie.

» L'idée mère du système de Laplace, c'est que le Soleil est, sauf l'incandescence, un globe comme le nôtre, solide ou liquide, entouré d'une atmosphère. Cette atmosphère, enrichie sans doute de quelques matériaux plus volatils que les autres, s'était étendue autrefois, sous l'influence de la chaleur originaire, jusqu'aux limites de notre monde, la vitesse de rotation du globe central se propageant dans ses couches successives par l'effet de leur friction mutuelle, de manière à régler en parfait accord la rotation de l'atmosphère sur celle du globe central. Par l'effet du refroidissement, ce globe central s'est contracté peu à peu; sa vitesse de rotation, et par suite celle de l'atmosphère, a donc été en s'accélérant. Mais il y a une limite que celle-ci ne saurait dépasser : c'est celle où la force centrifuge équatoriale fait équilibre à la pesanteur; tout ce qui est au delà cesse d'appartenir à cette atmosphère et doit se mettre à circuler planétairement autour du Soleil. Mais ici on oublie une chose, ce me semble : c'est que, si le globe central se contracte peu à peu par le refroidissement, il en sera de même de l'atmosphère. Or rien ne prouve qu'elle ne se contractera pas assez pour ne pas se laisser atteindre par la limite ci-dessus posée. Il suffirait qu'à une augmentation de 1 millième dans la vitesse de rotation du globe central correspondît une contraction de $1\frac{1}{2}$ millième dans le rayon de l'atmosphère pour que celle-ci ne laissât jamais rien perdre et ne donnât jamais lieu à la formation d'une planète.

» Les études modernes ont fait rejeter cette conception. Pour nous, la masse du Soleil est à l'état de fluidité plus ou moins complète dans toute son étendue. Il n'y a plus de sol solide ou liquide qui marque le commencement d'une atmosphère. Ce qu'on nomme la photosphère n'est que la région où l'abaissement progressif de la température interne permet à certaines vapeurs de se condenser passagèrement et de former une zone mobile de nuages incandescents. Si donc le Soleil s'est étendu plus loin autrefois,

c'est sa masse entière qui se sera dilatée ; c'est elle qui se sera contractée tout entière sous l'influence du refroidissement.

» Pour savoir si, dans cette conception, le Soleil a pu abandonner une faible partie de sa masse sous l'influence du refroidissement et de l'accélération qui a dû en résulter dans son mouvement de rotation, il faudrait connaître, à ces âges divers, la loi suivant laquelle la densité a varié du centre à la surface. Nous ne connaissons pas cette loi, mais nous pouvons la représenter algébriquement par une expression contenant des paramètres arbitraires tels, qu'on aura à volonté les genres de décroissement les plus variés du centre à la surface.

» Soient D la densité centrale, R le rayon de l'équateur solaire, r la distance d'un point quelconque au centre, n un nombre positif tout à fait arbitraire, α une fraction très petite. En posant

$$(1) \qquad D\left[1-(1-\alpha)\sqrt[n]{\frac{r}{R}}\right],$$

nous aurons une densité finale très faible et en même temps un décroissement des densités aussi rapide qu'on le voudra du centre à la superficie, puisque n peut varier de zéro à l'infini et α être remplacé par zéro (1). En intégrant de $r = 0$ à $r = R$ la différentielle

$$(2) \qquad 4\pi r^2\, dr \times D\left[1-(1-\alpha)\sqrt[n]{\frac{r}{R}}\right],$$

on aura, pour la masse M du Soleil,

$$(3) \qquad M = \frac{4}{3}\pi R^3 D \frac{1+3\alpha n}{1+3n}.$$

» La densité moyenne $D\frac{1+3\alpha n}{1+3n}$ peut donc devenir aussi faible qu'on le voudra par rapport à la densité centrale.

» Le moment d'inertie I s'obtiendra en intégrant de 0 à R la même expression différentielle multipliée par $\frac{2}{3}r^2$, ce qui donne

$$I = \frac{8}{15}\pi R^5 D \frac{1+5\alpha n}{1+5n}.$$

---

(1) Cette loi est analogue à celle que M. Roche a substituée avec un plein succès, pour le globe terrestre, à celle de Legendre et de Laplace. Voir l'*Essai sur l'origine du système solaire*, par E. Roche. Gauthier-Villars, 1873.

» Par suite, tant que le Soleil ne perdra rien de sa masse, nous aurons, en désignant par ω la vitesse de rotation,

$$(4) \qquad \frac{8}{15}\pi R^5 D \frac{1+5\alpha n}{1+5n}\omega = \text{const.}$$

» Représentons cette constante par p, et éliminons D entre (3) et (4); en posant, pour abréger,

$$\beta = \frac{2}{5}\cdot\frac{1+5\alpha n}{1+5n}:\frac{1+3\alpha n}{1+3n},$$

il viendra

$$\beta R^2 \omega = \frac{p}{M}.$$

On aura donc, pour la force centrifuge à la distance R,

$$(5) \qquad \omega^2 R = \frac{p^2}{M^2\beta^2}\,\frac{1}{R^3}.$$

Si l'on n'admet pas de planètes formées aux dépens du Soleil, nous aurons p en appliquant l'équation (5) à l'état actuel. Pour cela nous accentuerons toutes les lettres (sauf p) qui se rapportent à cet état. Or on trouve qu'aujourd'hui le rapport de la force centrifuge équatoriale $\omega'^2 R'$ à la pesanteur $\frac{fM}{R'^2}$ est celui de 1 à 28000 [1]. On aura donc

$$(6) \qquad \frac{p^2}{M^2\beta'^2}\,\frac{1}{R'^3} = \frac{1}{28000}\,\frac{fM}{R'^2},$$

» Il ne reste plus qu'à éliminer la constante p entre (5) et (6), ce qui donne, pour toute époque,

$$\frac{\text{force centrifuge}}{\text{attraction}} = \frac{1}{28000}\,\frac{\beta'^2}{\beta^2}\,\frac{R'}{R}.$$

» Il suffit de jeter les yeux sur le coefficient $\frac{\beta'^2}{\beta^2}$ pour voir qu'il sera toujours compris entre des limites très resserrées, quelque valeur qu'on donne à l'arbitraire n. Il en résulte qu'un Soleil ainsi constitué, et se rapprochant bien plus de nos idées modernes que celui de Laplace, n'aurait jamais abandonné la moindre parcelle de sa masse en se contractant de manière à arriver à l'état actuel. »

---

(1) En prenant le rayon du Soleil un peu inférieur à la distance périhélie de la comète de 1843.

CHIMIE. — *Réponse aux observations de M.* Berthelot, *concernant l'hydrate de chloral;* par M. **Ad. Wurtz.**

« M. Berthelot reconnaît dans sa dernière Note que « tout porte à » croire que l'hydrate de chloral est dissocié, c'est-à-dire en partie décom- » posé, à 100° », et il admet que la décomposition tend à devenir complète à 100° et à une basse pression. Cette opinion se rapprochant beaucoup de celle que je soutiens, il me semble inutile de prolonger la discussion. Les appareils ont été décrits, les arguments donnés de part et d'autre : chacun pourra répéter les expériences, et les physiciens apprécieront.

» Je me borne à ajouter que, dans cette Note, mon honorable contradicteur raisonne comme si je n'avais pas expérimenté à la pression ordinaire. Ai-je besoin de rappeler que, ayant souvent répété mes expériences dans ces conditions, je n'ai jamais constaté un développement de chaleur, mais bien un petit abaissement de température, dont j'ai indiqué la cause : les vapeurs ne sont pas sèches, et c'est pour les dessécher que j'ai abaissé la pression? J'ajoute aussi que, dans les essais multiples que j'ai faits, j'étais arrivé à régler la marche des vapeurs de telle façon que l'hydrate de chloral se condensât en masse cristalline dans le récipient, et il en passait, dans les diverses expériences, de 20^{gr} à 40^{gr} en dix minutes. »

CHIMIE. — *Action de l'eau oxygénée sur l'oxyde d'argent et sur l'argent métallique;* par M. **Berthelot.**

« **1.** La Chimie offre peu de réactions plus étranges que celle de l'oxyde d'argent sur l'eau oxygénée : l'un et l'autre de ces corps perdant, dit-on, son oxygène, et l'argent libre étant régénéré. Cette réaction a été attribuée jusqu'ici à quelque mystérieuse action de présence. J'ai été conduit à en reprendre l'étude, à la suite de mes recherches, récemment publiées, sur la décomposition de l'eau oxygénée en présence des alcalis, et je suis arrivé à des résultats inattendus.

» **2.** On ne saurait révoquer en doute la réduction de quelque dose d'oxyde d'argent, le métal réduit pouvant être isolé, en dissolvant l'excès d'oxyde inaltéré par un acide étendu. La poudre impalpable que l'on obtient ainsi est bien de l'argent pur, comme je l'ai vérifié par l'analyse.

» **3.** Mais *le volume de l'oxygène dégagé est précisément égal à celui que*

peut fournir l'eau oxygénée, contrairement à l'opinion reçue jusqu'à ce jour. Il en est ainsi du moins avec l'eau oxygénée assez étendue pour ne pas donner lieu à des élévations de température locales, et capables de détruire par elles-mêmes l'oxyde d'argent. Voici des nombres : 100^{cc} d'eau oxygénée renfermaient, d'après le dosage par le permanganate, 114^{cc} (volume réduit) d'oxygène actif. Cette liqueur, traitée par la mousse de platine, a dégagé en effet $114^{cc},5$ d'oxygène libre. Au contact d'un excès d'oxyde d'argent aggloméré mais humide, elle a dégagé à froid exactement 114^{cc}. Mêlée avec une quantité équivalente de nitrate d'argent dissous, dans lequel on a versé ensuite une quantité précisément équivalente de soude, elle a dégagé encore 114^{cc}. Enfin j'ai reconnu que le volume de l'oxygène dégagé est indépendant de la dose d'oxyde d'argent : il a été trouvé le même, soit avec un grand excès d'oxyde, soit avec des doses égales à 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$ et même $\frac{1}{40}$ d'équivalent, par rapport au poids de l'eau oxygénée.

» Ces expériences ont été reproduites avec trois échantillons d'eau oxygénée de concentration inégale.

» 4. La conséquence de ces observations est claire : la matière insoluble qui subsiste après la destruction de l'eau oxygénée doit retenir la totalité de l'oxygène de l'oxyde d'argent primitif. Cette masse, d'ailleurs, n'est pas homogène. Non seulement elle est séparable en oxyde soluble dans les acides et argent insoluble, par l'action des acides : action que l'on pourrait suspecter, comme susceptible de produire par elle-même, sur un oxyde déjà modifié, la décomposition qu'elle manifeste. Mais, la réaction de l'eau oxygénée sur l'oxyde d'argent étant exécutée en précipitant l'oxyde du nitrate par un alcali équivalent, au sein de la liqueur même qui renferme l'eau oxygénée, on observe, après la réaction, une substance noire, bien plus foncée que l'oxyde ordinaire, qui vient flotter à la surface, soulevée par les bulles d'oxygène, tandis qu'une poudre grise d'argent métallique tombe au fond. La séparation exacte du dernier corps ne peut être faite que par un acide étendu qui dissout la matière noire; mais la préexistence même du métal n'est pas douteuse.

» La matière complémentaire ne saurait être dès lors qu'un oxyde supérieur; sa dissolution, faite à chaud dans l'acide sulfurique étendu, dégage en effet de l'oxygène [1].

---

[1] L'acide nitrique très étendu redissout aussi cet oxyde; mais il agit toujours, même à froid, sur l'argent qui l'accompagne et dont il attaque une portion.

» J'ai déterminé les rapports de poids des divers produits. Par exemple :

» I. 50^{cc} d'eau oxygénée renfermaient 122^{cc} d'oxygène actif (volume réduit). Mis en présence de 12^{gr} d'oxyde d'argent humide, c'est-à-dire d'un excès, ils ont dégagé 122^{cc}.

» On a versé dans le ballon un excès d'acide sulfurique étendu de 5 volumes d'eau et l'on a fait bouillir; on a recueilli : oxygène 40^{cc}, c'est-à-dire un tiers du volume fourni par l'eau oxygénée.

» L'argent métallique régénéré pesait 0^{gr},82; il équivalait très sensiblement au tiers de l'oxygène actif de l'eau oxygénée (0,79 au lieu de 0,82).

» II. Volumes équivalents de nitrate d'argent et de soude ont été mêlés, le précipité lavé par décantation, en évitant toute perte, autant qu'il a été possible, et jusqu'à absence complète de nitrate. L'oxyde pur ainsi obtenu, mis en suspension dans l'eau, a été placé en présence d'une dose d'eau oxygénée, équivalente au nitrate d'argent primitif. Après réaction, j'ai trouvé :

Argent de l'oxyde soluble dans l'acide sulfurique......	1^{gr},40
Argent métallique....................................	0,65

» La somme 2^{gr},05 est un peu inférieure aux 2^{gr},36 contenus dans la liqueur primitive, à cause du lavage de l'oxyde d'argent; mais le rapport 3 : 1 est observé sensiblement, l'argent métallique formant le tiers du poids total (0,68 au lieu de 0,65). Ce dernier répond d'ailleurs, comme on voit, à peu près à un rapport équivalent entre le poids de l'eau oxygénée et celui de l'oxyde d'argent.

» III. Voici des expériences faites avec un excès considérable d'eau oxygénée : le poids de l'oxyde d'argent primitif étant déterminé par celui du nitrate d'argent que l'on précipitait par la soude, en présence de l'eau oxygénée étendue.

$HO^2 + \frac{1}{5} AgO$........	Ag total = 0,432; Ag réduit = 0,140
$HO^2 + \frac{1}{10} AgO$........	Ag total = 0,216; Ag réduit = 0,076
$HO^2 + \frac{1}{40} AgO$........	Ag total = 0,054; Ag réduit = 0,017

C'est toujours le rapport 3 : 1.

» 5. Ainsi, la matière qui subsiste après la réaction renferme la totalité de l'oxygène et de l'argent contenus dans l'oxyde d'argent primitif; mais la répartition de ces éléments a été changée sous l'influence du bioxyde d'hydrogène, de façon à représenter un mélange mécanique (séparable par lévigation), dans lequel un tiers de l'argent est libre et le tiers de l'oxygène correspondant combiné au surplus de l'oxyde d'argent, en formant un sesquioxyde, dont les acides le dégagent à l'état de liberté :

$$3AgO = Ag^2O^3 + Ag.$$

Cette réaction a lieu sur la totalité de l'oxyde d'argent employé, tant que le poids de cet oxyde d'argent demeure inférieur ou tout au plus égal à l'équi-

valent de l'eau oxygénée. Au-dessus, l'excès d'oxyde d'argent demeure inaltéré. Dans tous les cas, la totalité de l'eau oxygénée est détruite, d'après l'équation suivante :

$$3HO^2 + 3AgO = O^3 + Ag^2O^3 + 3HO + Ag.$$

» Ce sont là des faits d'expérience.

» 6. Le sesquioxyde d'argent se présente en flocons noirs, hydratés, tout à fait distincts de l'oxyde brun ordinaire. Les acides étendus l'attaquent à froid, en formant une émulsion brune qui traverse les filtres; mais ils ne tardent pas, surtout à chaud, à le dissoudre, en dégageant de l'oxygène et en régénérant des sels d'argent ordinaire. Cette réaction est très nette avec l'acide sulfurique, en opérant en présence d'une dose d'eau suffisante pour dissoudre le sulfate d'argent. L'acide nitrique agit d'une manière analogue. L'acide acétique attaque le sesquioxyde bien plus difficilement, surtout à froid. L'acide chlorhydrique le change peu à peu en chlorure, en dégageant de l'oxygène gazeux, sans que la liqueur filtrée retienne ni eau oxygénée ni composé oxydant capable d'agir sur l'iodure de potassium.

» Séché, même à froid dans une cloche, au-dessus d'un vase rempli d'acide sulfurique, le sesquioxyde d'argent perd peu à peu son oxygène excédant. Il semble dès lors que ce soit un hydrate et que l'oxyde même soit incapable d'exister à l'état anhydre. Il attire l'acide carbonique de l'air, en se changeant en carbonate ordinaire.

» 7. Cet oxyde est probablement le même qui se développe dans la réaction de l'ozone sur l'argent humide, mais en trop petite quantité pour être étudié. J'avais espéré l'obtenir pur, en faisant passer de l'ozone à travers l'eau renfermant en suspension de l'oxyde d'argent récemment précipité. L'action a lieu en effet : l'oxyde d'argent noircit peu à peu, surtout à la surface de l'eau et sur les parois du verre, où il se forme une couche adhérente et légèrement miroitante; mais cette action est très lente et très incomplète. L'oxyde ainsi modifié se dissout d'ailleurs sans résidu métallique dans l'acide sulfurique étendu.

» 8. Si nous nous reportons maintenant à la réaction de l'eau oxygénée sur l'oxyde d'argent, nous sommes conduits à l'expliquer par la formation d'un premier composé, dérivé de ces deux corps, analogue au composé de bioxyde de baryum et d'hydrogène, et tel que $Ag^2O^3, 3HO^2$.

» Un tel corps serait formé avec séparation d'argent métallique, à équivalents égaux,

$$3HO^2 + 3AgO = Ag^2O^3, 3HO^2 + Ag;$$

mais ce premier composé se détruit aussitôt en eau, sesquioxyde hydraté et oxygène,

$$Ag^2O^3, 3HO^2 = Ag^2O^3, 3HO + O^3.$$

» Cette réaction est pareille à celle des dérivés du bioxyde de baryum (*voir* ce volume, p. 335).

» L'existence réelle d'un premier composé de cette nature est facile à apercevoir, lorsqu'on prend, à une température voisine de zéro, l'eau oxygénée mélangée de nitrate d'argent et qu'on y verse goutte à goutte une solution alcaline. Il se produit d'abord un précipité brun, sans dégagement gazeux; mais, au bout de quelques secondes, l'effervescence se déclare, l'oxygène se dégage et la masse noircit de proche en proche. Ce composé initial est trop instable pour avoir pu être isolé.

» 9. J'ai cherché à déterminer la chaleur de formation du sesquioxyde d'argent, par l'étude thermique de la réaction de l'oxyde d'argent sur l'eau oxygénée. Quelles qu'aient été les proportions relatives des deux corps, la chaleur dégagée a été trouvée sensiblement la même que celle de la décomposition spontanée de l'eau oxygénée étendue, soit $10^{Cal},8$ pour HO^2.

» J'ai obtenu, par exemple,

	Cal
Avec $HO^2 + \frac{2}{3}$ AgO ancien	+ 10,9
Avec $HO^2 + \frac{1}{8}$ AgO précipité dans la liqueur même	+ 10,8
Avec AgO : HO^2 mêlé avec AzO^6Ag, puis traité par NaO	+ 10,5 (1)
» HO^2 mêlé avec NaO, puis traité par AzO^6Ag	+ 10,8
» AzO^6Ag traité par NaO, puis mêlé avec HO^2	+ 10,7

» Il résulte de ces chiffres que la transformation de l'oxyde d'argent ordinaire en sesquioxyde et argent métallique,

$$3AgO + nHO = Ag^2O^3, nHO + Ag,$$

répond à un phénomène thermique sensiblement nul.

» Par conséquent, si la formation du protoxyde : $Ag + O = AgO$, dégage $+ 3,5$, comme je l'admets, celle du sesquioxyde :

$$Ag^2 + O^3 + nHO = Ag^2O^3, nHO, \text{ dégagera } + 10,5.$$

» La combinaison du sesquioxyde avec l'eau oxygénée doit dégager de

(1) En déduisant la chaleur dégagée par AzO^6Ag étendu + NaO étendu, dans les mêmes conditions.

la chaleur, comme je l'ai prouvé pour la combinaison de l'eau oxygénée et du bioxyde de baryum : ce dégagement de chaleur est le point de départ des transformations consécutives.

» 10. En résumé, la théorie de la décomposition de l'eau oxygénée par l'oxyde d'argent paraît être la suivante :

» L'eau oxygénée forme avec l'oxyde d'argent, à équivalents égaux, un premier composé instable, tel que $Ag^2O^3, 3HO^2$, avec séparation d'argent métallique. Puis ce composé se décompose presque aussitôt en sesquioxyde hydraté, eau et oxygène ; la somme des deux effets (et probablement aussi chacun d'eux séparément) étant un dégagement de chaleur.

» Si l'oxyde d'argent est en excès, tout en reste là. Mais s'il y a au contraire un excès d'eau oxygénée, l'action se renouvelle, parce que le sesquioxyde agit à son tour sur l'eau oxygénée pour reproduire la combinaison $Ag^2O^3, 3HO^2$, laquelle se décompose encore; et ainsi de suite indéfiniment, jusqu'à destruction totale de l'eau oxygénée.

» 11. La même théorie rend compte de la décomposition de l'eau oxygénée au contact de l'argent métallique. On sait que cette action est surtout vive avec l'argent très divisé, tel que celui qui résulte de la réduction antérieure de l'oxyde d'argent par l'eau oxygénée. Mais ce n'est pas là une action de présence, comme on l'avait supposé jusqu'ici ; car l'argent s'oxyde partiellement dans la réaction. Je m'en suis assuré, en purifiant l'argent précipité, à l'aide d'une ébullition réitérée avec l'acide sulfurique étendu, jusqu'à ce qu'il ne lui abandonnât plus rien. Si l'on fait agir alors l'argent purifié sur l'eau oxygénée, qu'il décompose avec effervescence, on peut constater ensuite, au moyen de l'acide sulfurique étendu, une régénération notable d'oxyde d'argent. L'addition d'un peu d'acide chlorhydrique ou sulfhydrique à la liqueur filtrée le démontre. L'argent absolument pur, pris en feuilles minces, agit bien plus lentement sur l'eau oxygénée ; mais il forme aussi quelques traces d'oxyde, manifestées déjà par le changement de teinte que le métal éprouve par places ; traces d'oxyde que l'acide sulfurique étendu dissout : on les constate ensuite dans les liqueurs filtrées.

» Dès lors, on est autorisé à attribuer l'action décomposante de l'argent métallique sur l'eau oxygénée à la formation du sesquioxyde d'argent, jouant le rôle d'intermédiaire continu dans la décomposition de l'eau oxygénée.

» C'est ainsi que nous sommes ramenés à la théorie thermochimique qui envisage les prétendues actions de présence comme dues en réalité à un cycle régulier de métamorphoses exothermiques. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Mémoire sur la température de l'air à la surface du sol et de la terre jusqu'à 36^{m} de profondeur, ainsi que sur la température de deux sols, l'un dénudé, l'autre couvert de gazon, pendant l'année* 1879; par MM. **Edmond Becquerel** et **Henri Becquerel**. (Extrait.)

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie, comme nous le faisons chaque année, les Tableaux météorologiques contenant les résultats des observations de température faites au Muséum d'Histoire naturelle depuis le 1er décembre 1878 jusqu'au 1er décembre 1879 inclusivement, dans l'air, puis en terre à des profondeurs variables de 1^{m} à 36^{m}, et dans les parties supérieures du sol, suivant qu'il est dénudé ou couvert de gazon, pendant la même période de temps.

» Ce travail est la suite des recherches entreprises au Muséum par M. Antoine Becquerel, il y a plus de dix-sept ans, à l'aide des appareils thermo-électriques qu'il a imaginés; elles sont poursuivies par les mêmes méthodes et avec les mêmes instruments (¹).

» Le Mémoire renferme d'abord les Tableaux relatifs aux observations de température dans l'air au nord, à 10^{m},7 au-dessus du sol du Muséum et au haut d'un mât à 10^{m} au-dessus du premier.

» Les moyennes trimestrielles et annuelles déduites des maxima et des minima, comparées à celles des dernières années, indiquent une température moins élevée, surtout en hiver et au printemps; l'automne de 1879 a peu différé de celui de 1878.

	1878.		1879.	
	Thermo-métrographe.	Max. Negretti. Min. Rutherfort.	Thermo-métrographe.	Max. Negretti. Min. Rutherfort.
Hiver (déc., janvier, février).	4°,09	3°,98	2°,35	2°,24
Printemps (mars, avril, mai)..	11,44	11,31	8,91	8,97
Été (juin, juillet, août)......	19,30	19,18	18,04	18,04
Automne (sept., oct., nov.)..	10,98	10,93	10,48	10,56
Année (moyenne)..........	11,45	11,35	9,95	9,95

» La température moyenne de 1879 est donc inférieure de 1°,5 à celle de 1878, ainsi qu'à celle de 1877 qui en avait différé peu; elle est également moindre de 1° que celles de 1875 et de 1876.

(¹) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXXII, XXXVIII, XL et XLI; *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 587 et 700; t. LXXXVI, p. 1222; t. LXXXIX, p. 207.

» Les températures moyennes annuelles déduites des observations du thermomètre placé au nord et de celles faites au haut du mât, corrigées du déplacement du zéro thermométrique, donnent à peu près le même résultat. On a, en effet :

	1878.		1879.	
	Au haut du mât.	Au nord.	Au haut du mât.	Au nord.
	°	°	°	°
6h du matin	8,89	9,02	7,69	7,66
9h du matin	11,41	11,29	9,71	9,67
3h du soir	14,15	13,52	12,20	12,48
Moyenne	11,48	11,49	9,87	9,93

» On reconnaît, comme on l'avait déjà observé antérieurement, qu'il y a presque égalité entre les résultats déduits de l'observation des thermomètres à maxima et à minima et ceux observés au nord et au haut du mât à 6^h, 9^h du matin et 3^h du soir.

» Les circuits thermo-électriques donnent, plusieurs fois par mois, la température à diverses profondeurs, depuis 6^m jusqu'à 36^m (1). On rapporte seulement ici le résumé des observations par saison.

Profondeur.	HIVER. Décemb. 1878, janv. et févr. 1879.	PRINTEMPS. Mars, avril, mai.	ÉTÉ. Juin, juillet, août.	AUTOMNE. Sept., octob., novembre.	Année.	Moyenne de treize ans.
m	°	°	°	°	°	°
1...	»	»	»	»	»	11,25
6...	12,24	10,64	11,53	12,06	11,61	11,94
11...	12,10	11,56	12,26	11,93	11,96	12,02
16...	12,28	12,22	12,60	12,08	12,30	12,09
21...	12,37	12,19	12,58	12,08	12,31	12,12
24...	12,27	12,24	12,71	12,25	12,37	12,38
31...	12,35	12,33	12,46	12,36	12,38	12,34
36...	12,48	12,48	12,48	12,48	12,48	12,44

» On avait reconnu, dans les années antérieures, que l'augmentation de température avec la profondeur n'était modifiée qu'à 16^m et à 26^m, là où se trouvent les deux nappes d'eau souterraines qui se dirigent vers la Seine et qui donnent à ces profondeurs des températures suivant à peu près les variations de température de l'air. On trouve, en effet, que les températures moyennes annuelles, à ces profondeurs, sont un peu plus élevées

(1) A 1^m de profondeur, l'altération subie par le câble thermo-électrique et constatée l'an passé n'a pas permis d'observer, en 1879, à cette profondeur.

qu'elles ne devraient l'être, et en cela les observations de cette année concordent avec les moyennes des treize années d'observations continues depuis l'origine.

» Le Mémoire renferme ensuite les résultats des observations faites sous des sols dénudés et gazonnés, à des profondeurs variables de $0^m,05$ à $0^m,60$, le matin et le soir; on a reconnu que deux observations à 6^h du matin et à 3^h du soir suffisaient pour suivre les changements diurnes de la température quand les appareils se trouvaient sous le sol à une profondeur plus grande que $0^m,05$. On donne seulement dans le Tableau annexé à cet extrait les moyennes mensuelles des températures sous les deux sols aux diverses profondeurs.

» Ce Tableau montre, comme ceux des années précédentes, que la marche de la température s'est effectuée d'une manière semblable; ainsi, comme antérieurement, à $0^m,05$ de profondeur, la moyenne de chaque mois est toujours plus élevée à 6^h du matin sous le sol gazonné que sous le sol dénudé; la différence a été de $3^o,14$ en septembre et s'est abaissée à $0^o,40$ en février, comme l'année passée.

» A 3^h du soir, à la même profondeur de $0^m,05$, de février en octobre, c'est-à-dire au printemps, en été et au commencement de l'automne, c'est l'inverse qui a lieu, et l'action solaire sur le sol sablonneux donne à celui-ci un excès de température variant de $2^o,16$ à $0^o,49$ sur la température observée sous le sol gazonné; de novembre à février, c'est-à-dire en hiver, le refroidissement du sol dénudé est plus grand et sa température est plus basse de $0^o,10$ à $1^o,53$ que celle du sol gazonné. En moyenne annuelle les excès ne se compensent pas, et le sol dénudé a été plus chaud de $0^o,78$ que le sol gazonné.

» A la profondeur de $0^m,10$ on observe des effets analogues, mais les différences de température entre les deux sols sont moins grandes; à partir de $0^m,20$ comme à $0^m,30$ et $0^m,60$, au printemps, la température moyenne diurne a été plus basse sous le sol gazonné que sous le sol dénudé; mais dans les autres mois elle a été plus élevée, et la moyenne annuelle a été plus haute sous le sol gazonné.

» On peut reconnaître, comme nous l'avons fait remarquer dans le Mémoire de l'année dernière, combien ces effets sont semblables d'un jour à l'autre dans les diverses années, surtout à la profondeur de $0^m,20$.

» Nous avions donné, dans le précédent Mémoire, un Tableau des moyennes annuelles aux différentes profondeurs, comparées à la température de l'air depuis 1872; nous ne citons ci-après que les résultats des

SOLS DIVERS.		TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE à 6^h du matin.					TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE à 3^h du soir.					TEMPÉRATURE MOYENNE annuelle.				
		0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60
Décembre 1878.	Sol gazonné	1,55	1,75	2,94	3,00	4,45	1,82	1,83	2,70	3,37	4,57	1,69	1,79	2,82	3,19	4,51
	Sol dénudé	0,59	0,81	1,37	1,78	3,43	1,05	1,25	1,39	1,87	3,42	0,82	1,03	1,38	1,83	3,43
	Différence	0,96	0,94	1,57	1,22	1,02	0,77	0,58	1,31	1,50	1,15	0,87	0,76	1,44	1,36	1,08
Janvier 1879.	Sol gazonné	1,01	1,37	1,86	2,23	3,01	1,54	1,60	1,81	1,90	3,04	1,28	1,49	1,84	2,07	3,03
	Sol dénudé	0,60	0,81	1,01	1,50	2,34	0,75	0,99	1,14	1,38	2,45	0,68	0,85	1,08	1,44	2,39
	Différence	0,41	0,56	0,83	0,73	0,67	0,79	0,61	0,67	0,52	0,59	0,60	0,64	0,76	0,63	0,64
Février 1879.	Sol gazonné	2,93	3,02	2,99	3,06	3,77	3,54	3,50	3,08	3,17	3,98	3,24	3,26	3,04	3,12	3,88
	Sol dénudé	2,53	2,70	2,92	3,22	3,66	4,03	3,52	3,18	3,08	3,67	3,28	3,11	3,05	3,15	3,67
	Différence	0,40	0,32	0,07	-0,16	0,11	-0,49	-0,02	-0,10	0,09	0,31	-0,04	0,15	-0,01	-0,03	0,21
Mars 1879.	Sol gazonné	4,97	5,19	5,20	5,24	5,37	6,01	5,49	5,20	5,18	5,32	5,49	5,34	5,20	5,21	5,35
	Sol dénudé	4,20	4,90	5,20	5,05	5,29	7,52	6,07	5,44	5,18	5,41	5,86	5,49	5,32	5,12	5,35
	Différence	0,77	0,29	0,00	0,19	0,08	-1,51	-0,58	-0,24	0,00	-0,09	-0,37	-0,15	-0,12	0,09	0,00
Avril 1879.	Sol gazonné	8,05	8,45	8,42	8,26	7,73	9,06	8,79	8,05	8,15	7,85	8,56	8,62	8,24	8,21	7,79
	Sol dénudé	6,55	6,85	7,85	7,78	7,46	10,82	10,15	8,47	7,70	7,96	8,69	8,50	8,16	7,74	7,71
	Différence	1,50	1,60	0,57	0,48	0,27	-1,76	-1,36	-0,42	0,45	-0,11	-0,13	0,12	0,08	0,47	0,08
Mai 1879.	Sol gazonné	10,69	11,25	11,31	10,97	10,68	13,25	12,18	11,38	11,39	10,68	11,97	11,72	11,35	11,68	10,68
	Sol dénudé	8,70	9,36	10,53	10,88	10,57	14,98	10,44	11,47	10,74	10,54	11,84	9,90	11,00	10,81	10,56
	Différence	1,99	1,89	0,76	0,09	0,11	-1,73	1,74	-0,09	0,65	0,14	0,13	1,82	0,35	0,87	0,12
Juin 1879.	Sol gazonné	16,31	16,52	16,45	16,29	14,93	19,10	17,54	16,49	15,91	14,87	17,71	17,03	16,47	16,10	14,90
	Sol dénudé	14,12	14,43	15,69	15,97	14,94	21,10	18,88	16,79	15,87	14,78	17,61	16,66	16,24	15,92	14,86
	Différence	2,19	2,09	0,76	0,32	-0,01	-2,00	-1,34	-0,30	0,04	0,09	-0,10	0,37	0,23	0,18	0,04
Juillet 1879.	Sol gazonné	17,22	17,46	17,45	16,97	16,56	19,07	18,64	17,57	16,91	16,37	18,15	18,05	17,52	16,94	16,47
	Sol dénudé	14,58	15,28	16,26	16,57	15,80	21,23	19,13	17,25	16,32	15,82	17,91	17,21	16,76	16,45	15,81
	Différence	2,64	2,18	1,19	0,40	0,76	-2,16	-0,49	0,32	0,59	0,55	0,24	0,84	0,76	0,49	0,66
Août 1879.	Sol gazonné	19,10	19,59	19,53	19,62	18,79	21,22	20,74	19,99	19,45	19,18	20,16	20,17	19,76	19,54	18,99
	Sol dénudé	16,87	17,66	19,05	18,95	18,27	22,90	21,50	19,84	19,23	18,31	18,89	19,58	19,45	19,09	18,29
	Différence	2,23	1,93	0,48	0,67	0,52	-1,68	-0,76	0,15	0,22	0,87	1,27	0,59	0,31	0,45	0,70
Septembre 1879.	Sol gazonné	15,97	17,00	17,08	16,91	17,35	17,19	17,06	16,91	16,92	17,62	16,58	17,03	17,00	16,92	17,40
	Sol dénudé	12,83	14,16	15,20	15,81	15,78	18,43	16,97	15,76	15,43	16,13	15,63	15,57	15,48	15,64	15,96
	Différence	3,14	2,84	1,88	1,07	1,57	-1,24	0,09	1,15	1,49	1,49	0,95	1,46	1,52	1,28	1,53
Octobre 1879.	Sol gazonné	11,16	11,68	12,22	12,54	13,12	11,66	11,78	12,08	12,43	13,29	11,41	11,73	12,15	12,49	13,21
	Sol dénudé	8,34	9,05	10,00	10,49	11,29	11,56	10,88	10,24	10,38	11,46	9,95	9,97	10,12	10,44	11,38
	Différence	2,82	2,63	2,22	2,05	1,83	0,10	0,90	1,84	2,05	1,83	1,46	1,76	2,03	2,05	1,83
Novembre 1879.	Sol gazonné	5,20	5,74	6,58	7,06	8,02	5,55	5,92	6,79	7,07	8,32	5,38	5,83	6,69	7,07	8,17
	Sol dénudé	2,68	3,30	4,10	4,81	6,61	4,02	4,07	4,34	4,79	6,56	3,35	3,69	4,22	4,80	6,59
	Différence	2,52	2,44	2,48	2,25	1,41	1,53	1,85	2,45	2,28	1,76	2,03	2,14	2,47	2,27	1,58
ANNÉE moyenne.	Sol gazonné	9,51	9,93	10,17	10,17	10,32	10,75	10,41	10,17	10,24	10,59	10,13	10,16	10,17	10,20	10,45
	Sol dénudé	7,71	8,28	9,10	9,32	9,60	11,53	10,32	9,61	9,28	9,71	9,62	9,30	9,36	9,30	9,65
	Différence	1,80	1,64	1,07	0,85	0,72	-0,78	0,09	0,56	0,96	0,88	0,51	0,86	0,81	0,90	0,80

observations à $0^m,05$ sous le sol gazonné, indiquant en moyenne une température un peu plus élevée de $0°,3$ que la moyenne de l'air. On a, en effet :

Années.	Température moyenne annuelle dans l'air. Thermo-métrographe.	Max. Négretti. Min. Rutherfort.	Température moyenne annuelle sous le sol gazonné à $0^m,05$ de profondeur.	Différence entre la température du sol gazonné et la moyenne donnée par le thermométrographe.
1872.........	11°,35	11°,10	11°,62	0°,27
1873.........	11,33	11,36	11,87	0,54
1874.........	11,44	11,44	11,52	0,08
1875.........	11,00	11,03	11,09	0,09
1876.........	11,03	10,96	11,33	0,30
1877.........	11,67	11,60	12,04	0,37
1878.........	11,45	11,35	11,78	0,33
1879.........	9,95	9,95	10,13	0,18
Moyenne...	11,15	11,10	11,42	0,27

» On voit qu'à $0^m,05$ de profondeur, sous le sol gazonné, la température, en moyenne annuelle, a été supérieure de $0°,27$ à celle de la température moyenne au nord, déduite des maxima et des minima.

» Les basses températures observées pendant l'hiver exceptionnel qui a commencé à la fin de novembre 1879 et qui a duré pendant les mois de décembre 1879 et janvier 1880 ne peuvent influer que sur les résultats qui seront publiés l'année prochaine, en même temps que les observations de 1880; on n'a donc pas à en parler ici. Nous avons déjà eu l'occasion de présenter quelques observations relatives à l'influence de la neige sur la température du sol pendant cette longue période de froid [1]; nous pensons compléter prochainement les remarques que nous avons faites à cet égard; on peut seulement ici faire observer qu'en 1879, comme antérieurement, sous le sol gazonné, la température n'est pas descendue au-dessous de $0°$, même à $0^m,05$ de profondeur, et que le gazon oppose un obstacle à la pénétration de la gelée en terre. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, n° 24, p. 1011.

GÉOGRAPHIE. — *État actuel de la question du canal interocéanique.* Extraits de Lettres de M. de Lesseps à M. Larrey.

« Panama, 9 février 1880.

» La Commission technique chargée de préparer l'exécution du canal interocéanique termine ses travaux. Aussitôt que le Rapport sera signé, je vous en enverrai une copie pour l'Académie des Sciences. La publication de ce document sera un événement, car il démontrera la possibilité de réunir les deux océans par un grand canal maritime (d'eau de mer et non d'eau douce), à niveau constant et sans aucune écluse.

» Le climat de ce magnifique pays a été fort calomnié; nous vous en apporterons la preuve vivante.

» Nous devons partir dans trois ou quatre jours pour New-York, d'où je vous enverrai cette lettre, si, d'ici là, nous n'avons pas de courrier direct pour l'Angleterre ou pour la France.

» La population de la province de Panama, blanche, grise, jaune, verte et noire est excellente, et j'ai la certitude que sur un nombre de deux cent cinquante mille âmes nous trouverons, dans un rayon non éloigné de nos travaux, la plus grande et la meilleure partie de nos ouvriers. Les hommes que nous avons employés pour nos études depuis quarante jours, qui ont été convenablement soignés, payés et dirigés avec bienveillance, nous ont donné toute satisfaction.

» Quant aux propriétaires de la ligne du canal, noirs ou demi-blancs, c'était à qui se disputerait le plaisir de donner l'hospitalité à nos ingénieurs. Ces descendants d'Espagnols ont hérité de la noblesse et de la générosité du caractère castillan. Ce qu'il y a de curieux, c'est que, dans les moindres hameaux, même dans les cabanes d'Indiens, mêlés aux noirs, on parle un peu castillan, ce qui permet de s'entendre dans les endroits les plus sauvages avec les gens de la plus humble condition.

» Dans une visite à l'île de Topoga, au fond du golfe de Panama, habitée seulement par une population noire, j'ai été entouré par un cercle d'indigènes, au milieu desquels s'est présenté un orateur qui, je vous assure, m'a fait un très beau discours, en pur espagnol, sur les avantages du canal maritime pour le bien de son pays et pour la civilisation du monde.

» ... Vous avez pu entendre parler du tremblement de terre qui a eu lieu dans la République de San Salvador. Je me suis informé. Voici une correspondance que je viens de traduire et qui me paraît offrir de l'intérêt :

Un volcan surgi du milieu d'un lac (article de la correspondance de San Salvador, 29 janvier 1880, traduit de l'espagnol).

» Comme on le croyait, le centre des tremblements de terre qui, ces jours derniers, alarmèrent notre population, existait dans le lac d'Ilopango. Ce fait vient d'être confirmé d'une manière positive.

» Les eaux du lac ayant baissé, on vit apparaître trois pics, s'élevant plus ou moins du centre du lac; sur la cime de l'un d'eux, se trouvant à environ 28^m au-dessus de la superficie de l'eau, s'échappaient des flammes aussi hautes que celles du volcan Izalco et des colonnes de fumée que l'on voyait de notre ville. L'ancien volcan, qui, en disparaissant, avait laissé un beau lac, reparaît aujourd'hui dans son antique domaine.

» Les eaux ont eu d'abord une température élevée qui s'affaiblit chaque jour. Jusqu'à présent elles ont baissé de $12^m,25$. Il ne serait pas extraordinaire, d'après ce que l'on dit, que, dans la suite des temps, elles fussent absorbées et que l'imposant volcan d'Ilopango restât maître absolu de cette vallée.

» Ce notable événement géologique, loin d'être une menace pour notre population, lui sera probablement favorable, car il créera une nouvelle soupape, qui donnera une facile sortie aux gaz de l'intérieur de la terre. La preuve en est que les mouvements souterrains ont cessé presque complètement et, s'il y en avait encore, ou si le cratère du volcan s'élevait davantage, les tremblements n'auraient pas la gravité d'une commotion produite par la rupture de la croûte solide de la terre.

» Beaucoup de personnes ont été visiter le lieu où s'est produit le phénomène; mais, parmi les curieux qui se sont approchés en bateau, plusieurs ont couru des dangers, ce qui a obligé l'autorité à prendre des mesures pour empêcher les imprudences. »

« New-York, 1er mars 1880.

» Je vous ai envoyé, sous bande, des journaux de New-York, donnant des détails sur notre séjour dans cette grande ville, où l'accueil qui nous est fait n'est pas moins considérable que celui de Panama.

» Je m'empresse de vous expédier aujourd'hui, pour notre Académie, le Rapport de la Commission d'ingénieurs et la Circulaire qui l'accompagnait. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats à présenter à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour une place d'Astronome titulaire actuellement vacante à l'Observatoire de Paris.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 48,

M. Périgaud obtient. . . . . 41 suffrages.
M. Leveau » . . . . 4 »
M. Perrotin » . . . . 2 »

Il y a un bulletin nul.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 51,

M. Perrotin obtient. . . . . 41 suffrages.
M. Leveau » . . . . 10 »

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Périgaud.**
En seconde ligne . . . . M. **Perrotin.**

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Sur un appareil microphonique recueillant la parole à distance.* Note de MM. P. **Bert** et **d'Arsonval.**

(Commissaires : MM. Fizeau, Becquerel, Jamin, Marey, Cornu.)

« Au cours de recherches sur la surdité, nous nous sommes proposé de construire un micro-téléphone qui résolût le double problème suivant : d'une part, renforcer les vibrations sonores de la parole, que le téléphone ne peut qu'affaiblir en les transmettant ; d'autre part, recueillir ces vibrations à une distance de plusieurs mètres de la personne qui parle.

» On sait, en effet, que l'emploi des téléphones pour la transmission de la parole exige que la bouche soit placée au voisinage immédiat de l'instrument. On a fréquemment essayé de remédier à ce grave inconvénient par l'adjonction au téléphone de microphones de divers systèmes; mais pour des raisons multiples, tenant particulièrement au défaut de réglage des instruments, à la transmission exagérée des bruits solidiens, à la faible impression des vibrations aériennes, on n'est arrivé à aucun résultat pratique satisfaisant : d'où il suit qu'on ne peut, dans l'état actuel

des choses, transmettre par une ligne télégraphique un discours prononcé à une certaine distance d'un récepteur micro-téléphonique.

» Dans les recherches que nous poursuivons en commun, nous sommes arrivés à un résultat qui nous semble mériter d'attirer l'attention de l'Académie. Il est dû aux modifications profondes que nous avons fait subir aux microphones actuellement connus.

» Ces modifications portent : en premier lieu, sur la nature de l'écran qui doit recevoir les vibrations aériennes et les transformer en ébranlements moléculaires; en second lieu, et principalement, sur le moyen de régler le contact des charbons qui constituent le microphone.

» La matière qui, pour la construction de la plaque réceptrice, nous a donné les meilleurs résultats, est le caoutchouc durci. Nous l'employons en plaques d'étendue variable; l'épaisseur augmente ou diminue avec la surface, mais elle n'est jamais moindre de $0^{m},001$, sous peine de voir reparaître les sons nasillards, si désagréables dans ces sortes d'instruments.

» A travers cette membrane passe le charbon fixe, soutenu par une bague métallique. Le second charbon, dont les variations de pression dans son contact avec le premier devront déterminer les variations du courant, est réglé d'une manière toute nouvelle, à laquelle est dû pour la plus grande part le bon résultat de notre instrument. Ce charbon est porté par une tige de fer qui peut pivoter autour d'un axe sur lequel elle est parfaitement équilibrée, en telle sorte que la pesanteur n'a plus nulle action sur elle. La mobilité de cette tige de fer est réglée par un aimant qui l'attire suivant son axe et qu'on peut en éloigner ou rapprocher à volonté. Lorsque l'aimant est très éloigné, la tige peut tourner indifféremment autour de son pivot. Lorsqu'il est presque au contact, l'aiguille est fortement dirigée et ne peut avoir que des vibrations d'une très faible amplitude et d'une grande rapidité : c'est ce qui est nécessaire pour qu'elle puisse accompagner le charbon monté sur la membrane vibrante, sans jamais l'abandonner, et par conséquent sans créer d'interruptions. Les déplacements de l'aimant, très faciles à obtenir avec une grande précision, constituent un mode de réglage à la fois très délicat et très fixe, et qui pourra être employé dans beaucoup d'autres circonstances; il est bien supérieur à celui qu'on obtient avec des ressorts quelconques, dont le poids et l'inertie présentent toujours de graves inconvénients, surtout lorsqu'il s'agit de phénomènes moléculaires.

» Tel est notre microphone. Les variations de courant qu'il a engen-

drées actionnent, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une bobine d'induction, un téléphone récepteur.

» Grâce à cet appareil, les bruits stridents connus sous le nom de *crachements* disparaissent en même temps que les ruptures de courant qui leur donnent naissance dans le microphone ordinaire. Le timbre de la voix transmise ne subit qu'une très légère altération, due probablement au téléphone récepteur.

» On peut, en parlant à voix très basse, mais au voisinage même du microphone, transmettre la parole avec une netteté vraiment très remarquable.

» A haute voix, on peut se placer juqu'à 4^{m} ou 5^{m} de l'appareil, dont la sensibilisation à l'aide de l'aimant est très aisément proportionnée à la distance.

» Cette première partie de notre étude achevée, la parole ainsi recueillie à distance, nous cherchons maintenant à en augmenter l'intensité au téléphone récepteur, et c'est alors que l'application au soulagement de la surdité pourra être tentée utilement. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Règles pratiques pour l'établissement des transmissions télodynamiques*. Note de M. **H. Léauté**, présentée par M. Rolland.

(Commissaires : MM. Rolland, Phillips, Resal.)

« Les formules que nous avons données dans une précédente Communication [1], relative à la régularité du mouvement dans une transmission télodynamique, montrent que le bon fonctionnement d'une semblable transmission dépend surtout de la flèche moyenne des brins du câble.

» La discussion de l'expression admise pour le coefficient de régularité conduit, en particulier, à cette loi que, toutes choses égales d'ailleurs, la flèche relative au repos, c'est-à-dire le rapport de la flèche au repos f_0 à la portée $2l$, doit être prise d'autant plus grande que la distance des poulies extrêmes est plus petite et varier sensiblement en raison inverse de la racine carrée de cette distance.

» Cela posé, nous ferons la remarque qui suit :

---

(1) *Comptes rendus*, 8 mars 1880.

» Pour assurer une marche satisfaisante à une transmission télodynamique, il ne suffit pas que le câble soit susceptible de résister aux tensions qui se produiraient à l'état statique, seul calcul que l'on fasse actuellement : il faut encore qu'il puisse lui-même assurer l'uniformité du mouvement. En d'autres termes, il est indispensable de considérer à la fois les conditions relatives à la résistance du câble et celles qui se rapportent à la régularité du mouvement. C'est ce que l'on n'a pas fait jusqu'ici, car dans les formules pratiques que l'on emploie la régularité ne joue aucun rôle. Il est donc nécessaire de reprendre la question en tenant compte des deux éléments qu'elle comporte, et, puisque, d'après ce que nous venons de voir, la régularité est intimement liée à la flèche relative $\frac{f_0}{2l}$, la première chose à faire est de déterminer la valeur à admettre, dans chaque cas, pour cette quantité.

» Or la flèche relative, qui peut atteindre le chiffre de $\frac{1}{15}$ ou $\frac{1}{20}$ pour les petites distances de 20^m à 30^m, ne doit pas, à moins de circonstances particulières, descendre au-dessous de $\frac{1}{40}$. Il résulte, en effet, d'expériences nombreuses faites à la poudrerie du Pont-de-Buis par M. Bérard, ingénieur des Poudres et Salpêtres, qu'avec des câbles plus tendus les variations accidentelles de longueur dues aux changements de température et d'humidité produisent des modifications trop considérables dans les flèches et qu'il peut en résulter des efforts dangereux dans le mécanisme.

» Nous ajouterons que ces variations dans les flèches modifient en même temps le coefficient de régularité et changent, par cela même, les conditions de fonctionnement de la transmission.

» Quoi qu'il en soit, la flèche relative sera tout d'abord fixée, d'après ce que nous venons de dire; nous la désignerons par m. Nous représenterons par f_1 et f_2 les flèches du brin conducteur et du brin conduit, et par k leur rapport, qui doit être au plus égal à 2 pour que le glissement ne soit pas à craindre.

» Nous aurons alors

$$f_2 = kf_1,$$

et, par suite de l'inextensibilité du câble,

$$f_1^2 + f_2^2 = 2f_0^2,$$

d'où l'on déduit

$$f_1 = 2ml\sqrt{\frac{2}{1+k^2}}, \quad f_2 = 2mlk\sqrt{\frac{2}{1+k^2}}.$$

» Quant aux tensions des deux brins, elles sont fournies par les relations

$$\mu\mathcal{E}_1 = \frac{pl^2}{2f_1} = \frac{pl}{4m}\sqrt{\frac{1+k^2}{2}}, \quad \mu\mathcal{E}_2 = \frac{pl^2}{2f_2} = \frac{pl}{4m}\frac{1}{k}\sqrt{\frac{1+k^2}{2}},$$

où p est le poids du câble par mètre courant et μ la masse de l'unité de longueur.

» Si, maintenant, on représente par N le nombre de chevaux à transmettre, V étant la vitesse du câble, il vient évidemment

$$\frac{75\mathrm{N}}{\mathrm{V}} = \mu(\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2) = \frac{pl}{4m}\sqrt{\frac{1+k^2}{2}}\left(1 - \frac{1}{k}\right),$$

d'où, pour le poids du câble par mètre courant, exprimé en kilogrammes, V et l étant en mètres,

$$p = \frac{300\,m\mathrm{N}}{\mathrm{V}l\left(1-\frac{1}{k}\right)\sqrt{\frac{1+k^2}{2}}}.$$

» La section en fer, en millimètres carrés, sera alors, en admettant pour densité moyenne du câble, rapportée à cette section, le chiffre de $\frac{1000}{114}$,

$$\mathrm{S} = 114p = \frac{34200\,m\mathrm{N}}{\mathrm{V}l}\,\frac{k}{k-1}\sqrt{\frac{2}{1+k^2}}.$$

» Nous pouvons déduire de là la tension utile s_1, rapportée au millimètre carré, dans le brin conducteur. On a, en effet,

$$s_1 = \frac{\mu(\mathcal{E}_1 + \mathrm{V}^2)}{\mathrm{S}} = \frac{l}{456m}\sqrt{\frac{1+k^2}{2}} + \frac{\mathrm{V}^2}{114g}.$$

» Quant à la tension d'incurvation, elle a pour expression, comme on sait,

$$\sigma = \frac{20000\,\delta}{\mathrm{D}},$$

δ étant le diamètre des fils qui forment le câble et D celui de la poulie à gorge, tous deux exprimés en millimètres.

» Si nous admettons maintenant que la tension totale maxima par millimètre carré doive être égale à 15^{kg}, nous avons l'équation

$$\frac{20000\,\delta}{\mathrm{D}} = 15 - s_1,$$

qui fournit δ en fonction de D.

» Le diamètre des fils une fois obtenu, on aura leur nombre i par la relation

$$i = \frac{S}{\left(\frac{\pi\delta^2}{4}\right)} = 145\frac{p}{\delta^2},$$

ce qui achève de déterminer le câble à employer. »

ÉLECTRODYNAMIQUE. — *Sur le rendement économique des moteurs électriques et sur la mesure de la quantité d'énergie qui traverse un circuit électrique.* Note de M. **Marcel Deprez.**

(Renvoi à la Section de Mécanique, à laquelle MM. Fizeau et Cornu sont priés de s'adjoindre).

« Quand, sur le circuit d'une pile, on intercale un moteur, l'intensité du courant est différente, suivant que le moteur est en repos ou tourne en développant un certain travail. Soient I l'intensité du courant quand le moteur est immobile, et i son intensité quand le moteur travaille. Après avoir mesuré ces deux valeurs, arrêtons le moteur et introduisons dans le circuit une résistance telle, que l'intensité du courant soit ramenée de I à i. Dans ces conditions, la production d'énergie par la pile est évidemment la même que lorsque le moteur travaillait, puisque la force électromotrice de la pile et l'intensité du courant sont restées les mêmes. D'autre part, la consommation d'énergie n'a évidemment pas varié dans la partie du circuit étrangère au moteur et à la résistance additionnelle. Nous sommes donc en droit d'affirmer que, comme consommation d'énergie, le moteur en travail d'une part, et le moteur en repos et la résistance additionnelle d'autre part, se remplacent identiquement.

» Or, la quantité d'énergie absorbée dans une simple résistance et convertie en chaleur, pendant l'unité de temps, a pour expression le produit de la résistance par le carré de l'intensité du courant.

» En représentant par r_1 la résistance du moteur en repos, par r_2 la résistance additionnelle qui est nécessaire pour ramener le courant à l'intensité i, et par Q la quantité de chaleur qui traverse l'ensemble de ces deux résistances, on a

$$Q = (r_1 + r_2)i^2.$$

» D'après ce qui précède, c'est cette même quantité d'énergie qui traverse

le moteur en mouvement, tant sous forme de chaleur que sous forme de travail. Désignons ce dernier par T; on a

$$T + r_1 i^2 = (r_1 + r_2) i^2 \quad \text{ou} \quad T = r_2 i^2.$$

En comparant cette portion d'énergie convertie en travail utile à la quantité totale qu'absorbe le moteur, on a l'expression du rendement

$$\frac{T}{Q} = \frac{r_2}{r_1 + r_2}.$$

» Cette expression très simple peut être remplacée par une autre, qui a une grande importance dans le cas où le courant est engendré par une machine dynamo-électrique. Désignons par E_1 la force électromotrice de la machine génératrice, par E la force électromotrice inverse de la machine réceptrice, qui, par sa rotation même, tend à engendrer un courant de sens contraire à celui de la machine génératrice. Le courant qui circule dans l'ensemble du circuit et des deux machines est dû à la différence $E_1 - E$; son intensité a pour expression, en désignant par R la résistance *statique* (¹) des deux machines et du circuit extérieur,

$$I = \frac{E_1 - E}{R}.$$

» Cherchons maintenant la valeur de la résistance r_2 qu'il faudrait ajouter au circuit pour que le courant qui le traverse, quand on s'oppose à la rotation de la machine réceptrice, ait encore l'intensité I; cette résistance r_2 sera donnée par l'équation

$$\frac{E_1 - E}{R} = \frac{E_1}{R + r_2},$$

d'où

$$r_2 = \frac{E_1 R}{E_1 - E}.$$

La valeur du rendement économique absolu de la machine réceptrice sera égale, d'après le théorème précédent, à $\frac{r_2}{r_1 + r_2}$, dans laquelle r_1 devra être remplacé par la *résistance totale* R de tout le circuit. Ce rendement, qui n'est autre que le rapport du travail transmis au travail dépensé, devient alors, en remplaçant r_2 par sa valeur,

$$\frac{E}{E_1},$$

(¹) Je désigne ainsi la résistance des machines à l'état de repos.

expression remarquable, qui est indépendante de la résistance du circuit extérieur [1]. Ce fait peut sembler extraordinaire au premier abord, et même contradictoire à certaines expériences, dans lesquelles on ne s'est peut-être pas préoccupé suffisamment de réaliser les conditions du maximum de rendement. Pour le rendre moins paradoxal, il suffit de rappeler que, lorsqu'un courant est employé à produire de l'énergie sous une autre forme que le travail mécanique, par exemple, la décomposition de l'eau dans un voltamètre, le nombre d'équivalents d'eau décomposés est toujours égal au nombre d'équivalents de zinc dissous dans chacun des éléments de la pile, quelle que soit la longueur du circuit extérieur qui, d'ailleurs, n'a plus d'influence sur le nombre des éléments nécessaires pour opérer cette décomposition. Il y a donc là un fait expérimental bien constaté, dans lequel le rendement économique n'est pas influencé par le circuit extérieur.

» Je passe maintenant à la description de l'appareil permettant de mesurer la quantité d'énergie qui passe pendant l'unité de temps dans un circuit électrique compris entre deux points A et B.

» Joignons ces deux points par un circuit auxiliaire d'une grande résistance, dans lequel nous intercalerons un rhéomètre à fil fin et long, tandis que dans le circuit principal nous plaçons un rhéomètre à gros fil. Cela posé, cherchons l'expression de la quantité d'énergie qui passe dans le circuit principal, en fonction des intensités de ces deux courants, mesurées par les déviations des aiguilles des rhéomètres [2].

» Désignons par I et R l'intensité et la résistance du circuit principal, par I' et R' les quantités correspondantes dans le circuit auxiliaire. Soit E la différence des potentiels en A et en B. La quantité d'énergie qui passe dans le circuit principal est exprimée par RI^2 ou EI, tandis que l'intensité du courant dans le circuit auxiliaire a pour valeur

$$\frac{E}{R_1} = I',$$

d'où

$$E = R'I',$$

et par suite

$$EI = R'II'.$$

---

[1] Cette expression du rendement a déjà été donnée par M. Cabanellas.

[2] Je donnerai, dans une prochaine Communication, la description d'un nouveau rhéomètre à indications rapides, dans lequel les déviations de l'aiguille sont proportionnelles aux intensités.

La quantité d'énergie est donc proportionnelle au produit des intensités des deux courants, ou au produit des déviations des aiguilles.

» On peut réaliser un instrument indiquant à chaque instant la valeur de ce produit. »

M. P. **Prosoroff** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur la résolution des équations numériques par la méthode de Newton.

(Commissaires : MM. Bonnet, Puiseux, Bouquet.)

CORRESPONDANCE.

M. **Bochefontaine**, M. F. **Bonnange**, M. H. **Filhol** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. le **Consul de France au Cap de Bonne-Espérance** transmet à l'Académie les observations de la nouvelle comète, visible à la ville du Cap, faites par M. *David Gille*.

ASTRONOMIE. — *Lois concernant la distribution des astres du système solaire.* Note de M. L. **Gaussin**.

« Dans une Communication précédente [1], j'ai défini les progressions suivant lesquelles se trouvent placés les différents astres du système solaire. Si l'on voulait que le premier astre secondaire de chaque système occupât le premier rang de la progression, il suffirait de changer l'unité qui sert à évaluer les demi-grands axes en la faisant égale à la distance théorique de ce premier astre. Mais, bien que le plus souvent les premières places soient inoccupées, il vaut mieux conserver pour unité le rayon de l'astre central. Si les masses des astres d'un même système étaient égales entre elles ou obéissaient à une loi quelconque de succession; on ne s'expliquerait pas qu'il pût y avoir ainsi des places vacantes. Mais c'est tout le contraire qu'on observe : la masse de Mercure est égale à moins de $\frac{1}{4000}$ de celle de Jupiter; celle des planètes télescopiques prises ensemble est encore plus petite.

[1] *Comptes rendus*, t. XC, p. 518.

En outre, les masses des planètes ne présentent aucune apparence de régularité dans leur succession. On ne doit donc considérer comme réelle que la loi de la progression qui fixe les places qui peuvent être occupées sans qu'il paraisse nécessaire qu'elles le soient, même par un astre de la dimension d'un aérolithe. D'ailleurs, le lien qui rattache les unes aux autres les progressions des différents systèmes vient donner une probabilité de plus à l'hypothèse qu'elles ont été déterminées par une même cause théorique.

» 2° *Dans chaque système, un astre secondaire dont l'orbite aurait pour demi-grand axe le rayon de l'astre central du système multiplié par la raison de la progression élevée à la puissance $\frac{2}{3}$ effectuerait sa révolution dans un même temps.*

» Indépendamment des autres causes de perturbation, cette loi, comme la loi des progressions, obtenue directement de l'observation, ne doit être théoriquement vraie que si l'on peut négliger les masses des planètes ou celles des satellites par rapport à la masse du Soleil ou à celles des planètes. Le rapport $\frac{T^2}{a^3}$, a étant exprimé en rayons de l'astre central, représente le carré de la durée de la révolution d'un astéroïde placé à la distance 1. Cette durée, que je désignerai par T_r, varie dans chaque système; mais, si on la multiplie par la raison de la progression, on obtient un nombre constant.

$$(2) \qquad T_r \times k = \text{const.}$$

Systèmes.	Soleil.	Mars.	Jupiter.	Saturne.	Uranus.
T_r	$2^h,7913$	$1^h,7987$	$2^h,8724$	$3^h,6892$	$3^h,1839$
$T_r \times k$ ...	$4^h 48^m,5$	$4^h 38^m,9$	$4^h 43^m,1$	$4^h 38^m,4$	$4^h 40^m,6$

La moyenne est $4^h 41^m,9$.

» Il est facile de voir que le produit $T_r \times k$ représente le temps que, dans chaque système, un astéroïde mettrait à faire sa révolution à la distance $rk^{\frac{2}{3}}$.

» Cette loi étant admise, nous pouvons supposer qu'elle s'appliquerait également aux planètes qui, comme la Terre et Neptune, n'ont qu'un satellite. Or, puisqu'on peut calculer la durée de la révolution à la distance r, nous pouvons en conclure la valeur qu'aurait eue la raison si ces planètes avaient eu plusieurs satellites. On voit ainsi que k est égal à 3,4 pour la Terre (sans faire, bien entendu, la correction résultant de la masse de la Lune) et à 1,6 pour Neptune. Nous pouvons en outre déterminer le rang que la Lune et le satellite de Neptune occuperaient dans chaque série. Ce

rang est le troisième pour notre satellite et le cinquième pour celui de Neptune. En ce qui concerne cette dernière planète, il n'est pas déraisonnable de penser que peut-être on lui découvrira d'autres satellites. D'après la relation qui vient d'être établie, on peut présumer que les plus voisins de celui qui est connu aujourd'hui seraient placés aux distances suivantes :

Positions.	3e	4e	sat. connu.	6e	7e
Distances........	5,3	8,3	13,06	20,5	32,3

» 3° *Le rapport* $\frac{T^2}{a^3}$, *a étant exprimé en rayons de l'astre central, est en raison inverse de la densité de cet astre.*

(3) $$T_r^2 \times D = \text{const.}$$

» Prenons la formule connue qui sert à calculer les masses des planètes pourvues de satellites et dans laquelle nous négligerons les masses des astres secondaires. Exprimons les demi-grands axes en rayons de l'astre central du système dont ils font partie, et substituons aux masses le produit de la densité par le volume $\frac{4}{3}\pi r^3$; on obtient immédiatement la relation que je viens d'énoncer. Cette relation, combinée avec la deuxième loi (2), permet d'établir la formule suivante :

(4) $$\frac{D}{k^2} = \text{const.}$$

» 4° *Le carré de la raison de la progression selon laquelle les astres secondaires sont placés est proportionnel à la densité de l'astre central du système.*

» On peut encore exprimer cette loi sous une autre forme qui montre mieux le lien qui la rattache à la deuxième. En effet, $\frac{D}{k^2}$ représente la densité qu'aurait l'astre central si sa masse se répandait de manière à occuper la sphère dont le rayon est $rk^{\frac{2}{3}}$. On voit que cette densité serait la même dans les différents systèmes. Si la loi de progression s'appliquait encore dans ce cas, la raison étant alors égale à l'unité, il s'ensuivrait que tous les astres secondaires devraient être réunis à l'astre principal. Mais il n'est pas à supposer que, dans leur condensation, les astres aient passé par un pareil état, car leur densité moyenne aurait dû être à ce moment égale à 0,47 environ, c'est-à-dire inférieure à la moitié de celle de l'eau, et l'on a peine à concevoir un corps liquide ayant une densité aussi faible. Dans le changement d'état des corps, nous voyons que de l'état liquide à l'état solide la

densité varie peu. Mais il n'en est pas de même quand un corps gazeux se liquéfie; le changement de densité est alors brusque et considérable. Peut-être faut-il admettre que c'est lorsque ce changement s'est produit que les différents corps du système solaire ont été distribués dans l'espace sans qu'il soit nécessaire d'admettre qu'ils ont dû passer par la densité pour laquelle la raison de la progression est égale à l'unité. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes formés d'équations linéaires à une seule variable indépendante.* Note de M. G. DARBOUX.

« Dans une Communication précédente, j'ai montré que si le système d'équations linéaires

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{dx_1}{dt} = a_{11}x_1 + \ldots + a_{1n}x_n, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \dfrac{dx_n}{dt} = a_{n1}x_1 + \ldots + a_{nn}x_n \end{array}\right.$$

admet une intégrale homogène d'ordre supérieur à l'unité, tous les covariants de cette intégrale, multipliés chacun par une fonction convenable de t, donneront également des intégrales du même système. Je me propose aujourd'hui d'étendre cette proposition aux contrevariants et aux formes mixtes, et pour cela j'adjoindrai au système précédent le suivant,

$$(2)\qquad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{du_1}{dt} = -a_{11}u_1 - \ldots - a_{n1}u_n, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \dfrac{du_n}{dt} = -a_{1n}u_1 - \ldots - a_{nn}u_n, \end{array}\right.$$

qui contient n fonctions nouvelles $u_1, \ldots, u_n$ et que l'on peut appeler système réciproque du premier.

» Je démontrerai d'abord que l'intégration de l'un quelconque des systèmes précédents entraîne celle de l'autre. Soient en effet $x_1, \ldots, x_n$ n fonctions quelconques satisfaisant au système (1) et $u_1, \ldots, u_n$ n fonctions satisfaisant au système (2); on vérifiera sans difficulté que l'on a

$$\frac{d}{dt}(u_1x_1 + \ldots + u_nx_n) = 0,$$

et par conséquent

$$u_1x_1 + \ldots + u_nx_n = \text{const.}$$

» D'après cela, si l'on a intégré complètement le système (1), soient

$$\begin{array}{l} x_1^1, \ \ldots, \ x_n^1, \\ \ldots, \ \ldots, \ \ldots, \\ x_1^n, \ \ldots, \ x_n^n \end{array}$$

n systèmes particuliers linéairement indépendants, satisfaisant à ce premier système.

» Désignons par $u_1, \ldots, u_n$ les fonctions les plus générales satisfaisant au second; on aura, en vertu de la remarque précédente,

$$\begin{array}{l} x_1^1 u_1 + \ldots + x_n^1 u_n = C_1, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ x_1^n u_1 + \ldots + x_n^n u_n = C_n, \end{array}$$

et, par conséquent, le système (2) sera complètement intégré.

» Il résulte de ce qui précède que, si l'on veut intégrer le système (1), on n'accroîtra pas la difficulté de ce problème en adjoignant le système (2) et en considérant le système des $2n$ équations linéaires formé par leur réunion. Or ce système a une forme très remarquable, et si l'on pose

$$H = \Sigma\Sigma a_{ik} u_i x_k,$$

il peut être écrit sous la forme simple,

$$(3) \qquad \frac{dx_i}{dt} = \frac{\partial H}{\partial u_i}, \quad \frac{du_i}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial x_i}.$$

» C'est donc un système *canonique*, et l'on peut employer dans son intégration toutes les belles propositions que l'on connaît au sujet de ces systèmes. Par exemple, si l'on connaît deux intégrales, l'application du théorème de Poisson en fera connaître une nouvelle. Mais la proposition suivante, simple extension de celle que j'ai fait connaître dans la dernière séance, rend inutile l'application de ce théorème; et, parmi toutes les intégrales nouvelles qu'elle peut fournir, se trouvent toujours celles auxquelles conduirait l'application du théorème de Poisson.

» Considérons différentes intégrales

$$\begin{array}{l} f_1(x_1, \ \ldots, \ x_n, \ | \ u_1, \ \ldots, \ u_n) = C_1, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ f_p(x_1, \ \ldots, \ x_n, \ | \ u_1, \ \ldots, \ u_n) = C_p, \end{array}$$

homogènes à la fois par rapport aux variables x_i et par rapport aux va-

riables u_i. Je dis que *toute forme invariante de ce système d'intégrales, multipliée par une fonction connue de t, sera encore une intégrale du système* (3).

» Soient en effet

$$(4)\qquad \begin{cases} x_1 = C_1 x_1^1 + \ldots + C_n x_1^n, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ x_n = C_1 x_n^1 + \ldots + C_n x_n^n \end{cases}$$

les valeurs les plus générales satisfaisant au système (1). Alors les intégrales du système (2) seront

$$(5)\qquad \begin{cases} x_1^1 u_1 + \ldots + x_n^1 u_n = \gamma_1, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ x_1^n u_1 + \ldots + x_n^n u_n = \gamma_n. \end{cases}$$

Ce double système de formules conduit à l'identité

$$x_1 u_1 + \ldots + x_n u_n = C_1 \gamma_1 + \ldots + C_n \gamma_n.$$

» Cela posé, si dans les formes f_i on remplace $x_1, \ldots, u_1, \ldots$ par leurs valeurs tirées des formules (4) et (5), elles doivent se transformer dans des fonctions

$$\varphi_i(C_1, \ldots, C_n, \mid \gamma_1, \ldots, \gamma_n),$$

indépendantes de t.

» Or les formules (4) et (5) peuvent être considérées comme définissant une substitution linéaire substituant les variables C_i, γ_i aux variables x_i, u_i respectivement. Il suit de là que toute forme invariante du système des intégrales f se réduira, quand on la multipliera par une puissance convenable du déterminant de la substitution (4), à la forme analogue formée avec les fonctions φ_i, c'est-à-dire à une fonction des constantes C_i, γ_k. Or une telle fonction est encore une intégrale. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des substitutions linéaires.* Note de M. C. JORDAN.

« Deux substitutions linéaires S et S', à n variables et à coefficients réels ou complexes de la forme $a + bi$, peuvent être considérées comme *équivalentes* et appartenant à la même *classe* si l'on a une relation de la forme

$$S' = ESE',$$

E et E' étant des substitutions à coefficients entiers (réels ou complexes) et de déterminant 1.

» Cette définition posée, on peut établir le théorème suivant :

» Théorème. — *Une substitution* S *de déterminant* D *est toujours équivalente à une substitution réduite dont tous les coefficients ont leurs normes inférieures à* $k_n\sqrt[n]{\Delta}$, Δ *désignant la norme de* D, *et* k_n *une constante qui ne dépend que de* n.

» Soit

$$S = \begin{vmatrix} a & b & c \\ a' & b' & c' \\ a'' & b'' & c'' \end{vmatrix}$$

la substitution donnée.

» Deux cas seront à distinguer suivant que les coefficients $a, b, \ldots, c''$ sont ou non commensurables entre eux.

» 1° Dans le premier cas, on voit immédiatement que la démonstration se ramène au cas où les coefficients $a, b, \ldots, c''$ sont entiers.

» On voit ensuite qu'en multipliant S, soit en avant, soit en arrière, par une série de substitutions analogues à la suivante,

$$(1) \qquad \begin{vmatrix} 1 & \lambda & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad (\lambda \text{ entier}),$$

on peut en déduire une substitution équivalente, de la forme

$$(2 \qquad \begin{vmatrix} p & 0 & 0 \\ 0 & pq & 0 \\ 0 & 0 & pqr \end{vmatrix} \quad (p, q, r \text{ entiers}),$$

puis une autre, de la forme

$$(3) \qquad \begin{vmatrix} p & 0 & \lambda p \\ 0 & pq & 0 \\ p & 0 & pqr + \lambda p \end{vmatrix},$$

dans laquelle on pourra choisir l'entier λ de telle sorte que le module du mineur $A = pq(pqr + \lambda p)$ ne diffère de $\Delta^{\frac{n-1}{2n}}$ que d'une quantité au plus égale à $\frac{1}{2}\operatorname{mod} p^2q$. Mais on a, d'autre part, $p.pq.pqr = D$, d'où l'on déduit

$$\operatorname{mod.} p^2q \overline{\overline{<}} \Delta^{\frac{n-1}{2n}},$$

et par suite

$$\text{norme}\, A = \theta \Delta^{\frac{n-1}{n}},$$

θ étant compris entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{9}{4}$.

» Cela posé, le théorème étant supposé vrai pour $n - 1$ variables, la substitution (3) pourra être réduite, par des substitutions à coefficients entiers et de déterminant 1 qui n'altèrent pas la première variable, à une substitution

$$\begin{vmatrix} p & \beta & \gamma \\ \alpha' & \beta' & \gamma' \\ \alpha'' & \beta'' & \gamma'' \end{vmatrix},$$

où les normes des coefficients β', γ', β'', γ'' seront inférieures à la limite

$$k_{n-1} \sqrt[n-1]{\text{norme}\, A} \lesseqgtr k_{n-1}\, \theta^{\frac{1}{n-1}} \sqrt[n]{\Delta}.$$

» Multipliant en arrière cette substitution par la suivante,

$$(4) \qquad \begin{vmatrix} 1 & \lambda & \mu \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix},$$

on obtiendra une nouvelle substitution de la forme

$$\begin{vmatrix} p_1 & \beta_1 & \gamma_1 \\ \alpha' & \beta' & \gamma' \\ \alpha'' & \beta'' & \gamma' \end{vmatrix},$$

où $\beta_1 = \beta + \lambda\beta' + \mu\beta''$, $\gamma_1 = \gamma + \lambda\gamma' + \mu\gamma''$, et, si l'on prend pour λ et μ les entiers les plus voisins des racines des équations $0 = \beta + x\beta' + y\beta''$, $0 = \gamma + x\gamma' + y\gamma''$, β_1, γ_1 auront leurs normes inférieures à

$$\left(\frac{n-1}{2}\right)^2 k_{n-1}\, \theta^{\frac{1}{n-1}} \sqrt[n]{\Delta}.$$

» Multipliant en avant cette dernière substitution par une autre substitution de la forme (4), on réduira de même les normes des coefficients α', α'' à être inférieures à cette limite. Tous les coefficients de la réduite étant ainsi limités directement, à l'exception du premier, celui-ci le sera lui-même par la condition que la substitution ait D pour déterminant.

» 2° Supposons, au contraire, que a, b, ..., c'' ne soient pas commen-

surables entre eux. Les mineurs $\frac{\partial D}{\partial a} = A$, $\frac{\partial D}{\partial b} = B$, ... n'auront pas de commune mesure. Si d'ailleurs on multiplie S en avant ou en arrière par la substitution (1), ces mineurs deviendront

$$\begin{vmatrix} A & B & C \\ A' - \lambda A & B' - \lambda B & C' - \lambda C \\ A'' & B'' & C'' \end{vmatrix}$$

ou

$$\begin{vmatrix} A - \lambda B & B & C \\ A' - \lambda B' & B' & C' \\ A'' - \lambda B'' & B'' & C'' \end{vmatrix}.$$

» Par la répétition d'opérations analogues, on obtiendra aisément une nouvelle substitution équivalente à S, et dans laquelle le premier mineur A aura pour norme une quantité aussi voisine qu'on le voudra de $\Delta^{\frac{n-1}{n}}$.

» Soit $\theta\Delta^{\frac{n-1}{n}}$ cette norme, θ différant infiniment peu de l'unité. On pourra achever la démonstration comme dans le premier cas. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation aux dérivées partielles du potentiel.* Note de M. E. PICARD, présentée par M. Hermite.

« Considérons d'abord l'équation à deux termes

$$\text{(I)} \qquad \frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} = 0.$$

» Une fonction V de x et de y bien déterminée et continue, ainsi que ses dérivées, pour tout système de valeurs de x et de y, et satisfaisant à cette équation, ne peut rester comprise entre deux limites fixes, à moins qu'elle ne se réduise à une constante. Ce théorème est une conséquence immédiate d'une proposition fondamentale dans la théorie des fonctions. Nous pouvons en effet associer à $V(x,y)$ une fonction $V_1(x,y)$, elle-même continue ainsi que ses dérivées pour tout système de valeurs de x et de y, et telle que l'expression

$$V(x,y) + i\,V_1(x,y)$$

soit une fonction $f(z)$ de la variable imaginaire $z = x + iy$. Or la fonc-

tion $e^{f(z)}$ sera une fonction de z dont le module restera compris entre deux limites : ce sera donc une constante, et il en sera par suite de même de la fonction V.

» Le théorème précédent peut être étendu à l'équation à trois termes

$$\text{(II)} \qquad \frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} + \frac{d^2V}{dz^2} = 0,$$

mais on ne peut faire usage de considérations analogues pour la démonstration : c'est cette démonstration que je me propose d'indiquer brièvement dans cette Note.

» On sait qu'il n'existe qu'une seule intégrale de l'équation (II), restant finie et continue, ainsi que ses dérivées, à l'intérieur d'une surface fermée S et prenant des valeurs données en tous les points de cette surface. Dans le cas où la surface S se réduit à une sphère de rayon R, la valeur de cette intégrale en un point A de l'intérieur de la sphère est donnée par la formule connue

$$4\pi V = \int\int V \left[\frac{R}{a} \frac{d\left(\frac{1}{r_1}\right)}{dn} - \frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dn} \right] d\sigma.$$

» L'intégrale est étendue à la surface de la sphère sur laquelle est donnée la valeur de la fonction V ; a désigne la distance au centre du point A; r et r_1 représentent les distances à un point variable de la sphère du point A et du point A_1, conjugué de A par rapport à la sphère; $d\sigma$ est l'élément de surface, et enfin $\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dn}$ et $\frac{d\left(\frac{1}{r_1}\right)}{dn}$ représentent les dérivées de $\frac{1}{r}$ et $\frac{1}{r_1}$ prises dans le sens de la normale à la sphère.

» Cela posé, soient θ et ψ les deux angles fixant la position d'un point sur la sphère; on reconnaîtra facilement que l'on peut écrire l'expression précédente de la manière suivante,

$$4\pi V = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} V \left[1 + \frac{M}{R} \right] \sin\theta \, d\theta \, d\psi,$$

M étant une fonction de R, des angles θ et ψ et des coordonnées du point A, qui reste finie quand R augmente indéfiniment. Pour un autre point A' à l'intérieur de la sphère, on aura

$$4\pi V' = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} V \left[1 + \frac{M'}{R} \right] \sin\theta \, d\theta \, d\psi,$$

et par suite

$$4\pi(V' - V) = \frac{1}{R}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} V(M' - M)\sin\theta\, d\theta\, d\psi.$$

Le premier membre de cette égalité est une quantité indépendante de R. On reconnaît aisément que le second membre est aussi petit que l'on veut si R est suffisamment grand, puisque V reste, par hypothèse, compris entre deux limites fixes. La différence $V' - V$, étant aussi petite que l'on voudra, est donc rigoureusement nulle. On a par suite $V = V'$, quels que soient les deux points A et A', c'est-à-dire que la fonction V est une constante. »

GÉODÉSIE. — *Sur un nouveau télémètre.* Note de M. LANDOLT, présentée par M. Marey.

« L'instrument que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est destiné soit à apprécier la distance d'un objet éloigné, soit à mesurer les dimensions d'un objet inaccessible.

» Cet instrument est fondé sur le principe de la réfraction à travers un prisme à angle variable, composé de deux prismes élémentaires de même force tournant l'un sur l'autre avec la même vitesse en sens inverses. Les deux prismes sont percés d'une ouverture centrale concentrique avec l'axe de rotation et égale à la moitié de la surface de section du faisceau de rayons lumineux qui pénètre dans l'œil. L'observateur qui regarde à travers le centre de l'instrument voit ainsi à la fois à travers l'ouverture et à travers les prismes.

» Lorsque les deux prismes sont accolés en sens inverses, leurs surfaces extérieures étant parallèles, l'observateur voit les objets simples, puisque, dans cette position, l'effet des prismes se neutralise; mais, dès qu'on fait tourner les prismes l'un sur l'autre, leurs surfaces extérieures forment un angle de plus en plus grand. La portion des rayons lumineux qui passe en dehors de l'ouverture est déviée, et l'objet observé se dédouble. En faisant tourner les prismes davantage, les deux images s'écartent de plus en plus, jusqu'à ce qu'elles aient atteint le maximum d'écartement que l'instrument permet, ce qui arrive quand les sommets des deux prismes ont la même direction.

» On comprend que, avec un objet de grandeur connue et à l'aide de la rotation des prismes nécessaire pour amener les deux images de cet

objet dans une position donnée, par exemple dans une position telle qu'elles se touchent par leurs bords opposés, on pourra déterminer la distance qui sépare l'objet de l'instrument. Pour un même objet, il faudra faire tourner les prismes d'autant moins que l'objet sera plus éloigné. La distance correspondant aux différents degrés de rotation des prismes sera donnée par une Table ou inscrite sur l'instrument même.

» Dans le cas où l'instrument doit servir à mesurer les dimensions d'un objet situé à une distance connue, on se servira d'une autre Table indiquant les dimensions cherchées, correspondant à l'angle de rotation des prismes.

» Un des grands avantages de l'instrument est que les mouvements de l'objet observé n'ont aucune influence sur la mensuration, attendu que les doubles images sont toujours solidaires l'une de l'autre.

» Un autre avantage est que, en faisant faire aux prismes une révolution totale de 360°, ils arrivent quatre fois dans la position nécessaire pour que les doubles images se touchent. Les erreurs inhérentes à la construction de l'instrument sont ainsi éliminées, parce que les mensurations dans les quatre quarts de cercle se compensent.

» L'instrument se compose d'une boîte circulaire renfermant les deux prismes. Ces prismes sont montés chacun sur un disque glissant à frottement doux, à l'intérieur de la face correspondante de la boîte. Chacun de ces disques est muni d'une couronne dentée, présentant des dents de champ et engrenant avec un pignon commun dont la tige tourne dans un collet adapté au pourtour de la boîte. En faisant tourner le bouton du pignon, on communique un mouvement de rotation inverse aux deux disques porteurs des prismes.

» L'instrument est muni d'une lunette plus ou moins forte, suivant la distance de l'objet observé. »

PHYSIQUE. — *Application du téléphone à la mesure de la torsion de l'arbre moteur des machines en mouvement.* Note de M. C. **Resio**, présentée par M. Th. du Moncel. (Extrait.)

« Le moyen que je propose pour mesurer la torsion de l'arbre moteur des machines en mouvement, et par conséquent l'effort et le travail transmis à l'arbre, peut s'appliquer à une machine quelconque.

» Sur l'arbre moteur on fixe, à la plus grande distance possible l'une de

l'autre, deux petites roues en cuivre jaune, dont le diamètre soit un peu plus grand que celui de l'arbre ([1]). Ces deux roues sont identiques et ont chacune le même nombre pair de palettes égales, équidistantes, en fer doux.

» Les deux roues sont fixées sur l'arbre moteur de manière que, lorsqu'il est en repos et par conséquent sans torsion, le plan méridien de l'arbre, divisant par moitié l'épaisseur d'une palette quelconque de l'une des roues, divise aussi de la même manière la palette correspondante de l'autre roue. Cette condition n'est cependant pas indispensable.

» Deux bobines identiques, à noyau aimanté, ayant la même force magnétique, sont disposées à la même distance des palettes des roues, et leur axe, normal à celui de l'arbre, est contenu dans le plan des roues. Les deux bobines présentent aux palettes les pôles de même nom, mais leurs fils sont enroulés en sens inverse et font partie du même circuit avec le *téléphone* récepteur.

» Supposons que l'arbre moteur, en tournant, n'éprouve aucune torsion. Alors une palette quelconque de l'une des roues passe vis-à-vis de la bobine correspondante précisément au même instant qu'une palette de l'autre roue passe vis-à-vis de l'autre bobine; les deux courants d'induction excités dans les deux bobines, étant égaux et contraires, se détruisent, et le téléphone doit rester muet, si toutefois les deux bobines sont bien réellement identiques; cette condition n'est d'ailleurs point rigoureusement nécessaire, comme on le verra plus loin. S'il y a torsion, les palettes ne passeront pas au même instant dans le plan méridien qui contient l'axe des deux bobines, et l'écart sera proportionnel à l'effort transmis à l'arbre. Or, si l'on déplace la seconde bobine de manière qu'elle glisse sur un cercle gradué fixé normalement à l'axe de l'arbre moteur, il arrivera un moment où le téléphone redeviendra muet, ou au moins donnera un son d'*intensité minimum;* l'angle dont on l'aura déplacée donnera la torsion totale, sur la longueur comprise entre les deux roues.

» Supposons qu'on ait aussi déterminé la torsion lorsque l'arbre moteur tourne à vide; alors le rapport de l'effort nécessaire pour vaincre les frottements à l'effort transmis à l'arbre sera $\frac{\alpha'}{\alpha}$. L'effort capable de produire une torsion donnée pourra être déterminé au moyen d'une expérience préliminaire....

([1]) Dans les machines à vapeur marines, l'arbre moteur ayant toujours une longueur considérable, cette distance peut être assez grande, et la méthode que je propose s'applique par conséquent surtout à ces machines.

» Nous avons supposé jusqu'ici que la torsion de l'arbre moteur se maintienne constante pendant tout le temps qu'on la mesure au moyen du téléphone. Si la torsion changeait à chaque instant, mais que ce changement se répétât à chaque révolution de l'arbre moteur (dont la durée est supposée constante), alors la position occupée par la bobine mobile lorsque le téléphone donne un son d'*intensité minima* ferait encore connaître l'angle de torsion.

» Il est évident qu'on peut remplacer les deux roues par deux secteurs égaux ayant le même nombre de palettes égales en fer doux. »

PHYSIQUE. — *Sur un procédé pour la mesure des températures élevées.* Note de MM. **J.-M. Crafts** et **Fr. Meier**, présentée par M. Friedel.

« Le thermomètre à gaz est le seul instrument de mesure normal des températures, et les méthodes qui emploient les résistances électriques, les chaleurs spécifiques ou les propriétés optiques des corps sont fondées sur des données obtenues par comparaison avec le thermomètre à gaz et sont entachées des erreurs de celui-ci aussi bien que de celles qui leur sont propres, et encore, pour les températures qui dépassent les limites que l'on peut mesurer avec l'instrument normal, on ne peut pas avoir une confiance parfaite dans les formules qui transforment les indications obtenues par d'autres procédés en degrés thermométriques. Ce sont les considérations qui nous ont guidés dans un essai qui avait pour but d'obtenir des mesures très rapides de hautes températures en adaptant le thermomètre à gaz à des conditions particulières, et nous croyons que notre procédé a l'avantage très appréciable d'étendre l'usage de cet instrument à des températures où le verre et la porcelaine commencent à être ramollis par la chaleur et à des cas où la porcelaine devient très lentement perméable aux gaz.

» Les procédés usuels comparent à zéro et à la température que l'on veut mesurer le volume ou la pression d'une quantité constante d'un gaz renfermé dans l'appareil, et, par conséquent, toute fuite ou tout changement de volume du vase pendant un long intervalle de temps influe sur les résultats. Ainsi le thermomètre à air ordinaire doit avoir une grande perfection de construction et ne peut pas être employé à un autre usage. Nous avons imaginé le procédé suivant spécialement pour répondre à un besoin qui se fait sentir dans la méthode de M. Victor Meyer pour la détermination des densités de vapeur. On opère avec un vase de porcelaine chauffé dans

un fourneau à gaz à une température qu'il s'agit de mesurer et qui doit rester constante pendant un certain temps. On peut difficilement admettre, surtout quand on chauffe à flamme nue, qu'un instrument thermométrique placé à côté du vase ait la même température que lui, et c'est pour cette raison que nous avons préféré employer celui-ci successivement comme thermomètre et comme vase pour les expériences de densité. Chaque opération doit se faire indépendamment des autres et très rapidement.

» Voici la méthode générale du procédé : au moment où l'on désire mesurer la température, on introduit dans le vase à longue tige, qui a la forme d'un thermomètre à air, un tube en verre ou en platine qui pénètre jusqu'à la partie inférieure du vase. Ce tube sert à introduire un gaz qui doit chasser tout l'air renfermé dans l'appareil à travers un embranchement capillaire disposé à l'extrémité supérieure de la tige, pour être recueilli et mesuré dans un tube gradué.

» On choisit pour chasser l'air un gaz, comme l'acide carbonique ou l'acide chlorhydrique, que l'on peut facilement séparer de l'air par absorption. Nous donnons la préférence à l'acide chlorhydrique, parce que son absorption immédiate par l'eau précise nettement la fin de l'opération. Il n'attaque pas les vases, et l'on s'est assuré à deux reprises qu'un courant d'acide chlorhydrique sec, après avoir passé pendant une demi-heure à travers un vase en porcelaine chauffé au-dessus de 1300°, ne donne lieu à la production que de $0^{cc},1$ de gaz non absorbable.

» Il faut moins de deux minutes pour chasser l'air, mais par précaution on laisse passer l'acide chlorhydrique encore deux minutes, on mesure l'air, et l'on remplit le vase de porcelaine de nouveau avec de l'air sec. Cette opération terminée, l'appareil est prêt pour prendre la densité d'un gaz; s'il s'agit d'un corps solide, il faut seulement ôter le tube en platine, en ayant soin de le retirer très lentement pour éviter un changement brusque de température qui pourrait fendre la tige. Ainsi les opérations peuvent se succéder très rapidement et en nombre indéfini, et des expériences avec le verre de Bohême nous ont démontré que la rapidité avec laquelle on fait l'expérience et l'absence de toute différence de pression à l'extérieur et à l'intérieur du vase permettent d'opérer à des températures où la matière du vase serait trop ramollie pour pouvoir subir sans changement de forme les opérations ordinaires que l'on fait avec un thermomètre à air.

» Pour calculer la température d'après les données ainsi obtenues, il faut diviser l'appareil en deux parties, dont l'une est chauffée à la température que l'on mesure, tandis que l'autre est portée à des degrés différents

de température, dont il faut mesurer à part l'effet total au moyen du compensateur de M. Sainte-Claire Deville. Les deux parties sont calibrées séparément pour déterminer leurs volumes relatifs. Ainsi le mode d'opérer a quelque ressemblance avec celui que l'on emploie avec un thermomètre à air à volume variable, mais les dimensions plus considérables de la tige rendent les résultats moins exacts avec notre appareil; cependant nous croyons pouvoir recommander son emploi dans les cas spéciaux que nous avons indiqués, et plus de quarante observations nous ont convaincus qu'il donne des indications assez précises pour servir dans une série d'expériences sur la densité de vapeur de l'iode que nous désirons présenter prochainement à l'Académie.

» Nous avons contrôlé cette méthode thermométrique par deux observations du point d'ébullition du soufre, qui ont donné 448° et 445°, et pour les températures supérieures, où l'emploi provisoire du verre de Bohême, au lieu de la porcelaine, pour le tube compensateur a laissé quelques incertitudes, nous avons contrôlé les températures obtenues par les points de fusion connus de l'or et de l'argent. Nous espérons pouvoir compléter ces essais de contrôle par des comparaisons faites avec d'autres méthodes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Électrolyse de l'acide malonique.* Note de M. E. **Bourgoin**, présentée par M. Berthelot.

« Théoriquement, les malonates alcalins devraient dégager au pôle positif, par une oxydation normale, du méthylène libre.

» Réaction fondamentale :

$$C^6H^2Na^2O^8 = \underbrace{Na^2}_{\text{Pôle N.}} + \underbrace{(C^6H^2O^6 + O^2)}_{\text{Pôle P.}};$$

» Au pôle positif,

$$(C^6H^2O^6 + O^2) = 2C^2O^4 + C^2H^2.$$

» Un essai électrolytique a été fait autrefois, mais sans succès, par M. Berthelot. Malgré cet insuccès, et bien qu'il restât peu d'espoir d'obtenir le méthylène, j'ai repris cette électrolyse en l'étudiant avec le plus grand soin. Voici pourquoi. J'ai démontré que l'acide succinique ne fournit de l'éthylène que dans des conditions très limitées : électrolyse-t-on

une solution concentrée faite avec 2 molécules de succinate de sodium et 1 molécule de soude caustique, il ne se dégage pas trace d'éthylène au pôle P, même lorsque l'expérience est continuée pendant une semaine entière; par contre, ce carbure prend immédiatement naissance dès que l'alcalinité de la liqueur est réduite de moitié.

» L'acide malonique a été obtenu en prenant pour point de départ l'acide monochloracétique et en suivant une marche plus simple que celles qui ont été indiquées jusqu'ici. J'ai obteuu, par ce moyen, près de 500gr d'un corps bien cristallisé et parfaitement pur.

» J'ai successivement soumis à l'électrolyse des solutions très concentrées, plus ou moins alcalines, le malonate neutre de sodium et l'acide malonique libre. Voici les résultats obtenus.

» I. MALONATE DE SOUDE ET ALCALI. — 1° *Solution très alcaline :*

$$2C^6H^2Na^2O^8 + NaHO^2.$$

Cette solution concentrée, d'une consistance sirupeuse, s'électrolyse avec une grande difficulté, même lorsque les électrodes sont très rapprochées. Bien que l'opération marche un peu mieux après l'addition d'une petite quantité d'eau, le dégagement gazeux au pôle positif se fait toujours très lentement.

» Le gaz positif est un simple mélange d'oxygène, d'acide carbonique et d'oxyde de carbone. Privé d'oxygène, il n'éprouve aucune action sous l'influence du brome, ce qui exclut la présence de tout carbure éthylénique. Ce mélange gazeux prend naissance d'après les équations suivantes :

$$(C^6H^2O^6 + O^2) = H^2O^2 + 3C^2O^2,$$
$$(C^6H^2O^6 + O^2) + 3O^2 = H^2O^2 + 3C^2O^4.$$

» 2° $4C^6H^2Na^2O^8 + NaHO^2$. — Comme dans le cas précédent, avec cette solution modérément alcaline, on ne recueille au pôle positif que de l'oxygène, de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone.

» On obtient des résultats analogues en opérant sur des solutions concentrées encore moins alcalines que les précédentes.

» II. MALONATE NEUTRE DE SOUDE. — Ce sel, qui cristallise difficilement, est déliquescent. A la température ordinaire, il se dissout dans un peu moins du double de son poids d'eau, en donnant une dissolution sirupeuse.

» Au début de l'expérience, il ne se dégage que de l'acide carbonique

et la solution devient fortement acide dans le compartiment P. On peut conclure de là :

» 1° Que la plus grande partie de l'acide malonique se régénère au pôle P, par simple hydratation :

$$(C^6H^2O^6 + O^2) + H^2O^2 = C^6H^4O^8 + O^2;$$

» 2° Que l'oxygène, mis en liberté dans cette réaction, est tout d'abord complètement utilisé pour oxyder une petite quantité d'acide anhydre, conformément à l'équation suivante :

$$(C^6H^2O^6 + O^2) + 3O^2 = 3C^2O^4 + H^2O^2.$$

» Bientôt la combustion devient un peu moins parfaite, l'oxygène et l'oxyde de carbone accompagnant l'acide carbonique.

» A la fin de l'expérience les deux compartiments ont été séparés et chaque liquide a été soumis à l'analyse. Ces dosages conduisent aux deux conséquences suivantes :

» 1° Sur la totalité de l'acide malonique mis en liberté au pôle positif, $\frac{1}{10}$ seulement est détruit par l'oxygène, avec formation d'acide carbonique et d'oxyde de carbone.

» 2° Les quantités de sel décomposées dans chaque compartiment sont très inégales, le compartiment P s'appauvrissant surtout, conformément à la règle générale que j'ai formulée autrefois.

» Ces déterminations numériques permettent, en outre, de préciser l'action du courant sur une solution neutre de malonate de soude : il se sépare du sodium, qui va au pôle négatif, tandis que le reste du sel est mis en liberté au pôle positif. Le métal décompose l'eau, à la manière ordinaire, en dégageant de l'hydrogène, alors que les éléments positifs éprouvent deux séries de réactions :

» 1° L'acide anhydre reproduit au sein de l'eau l'acide malonique;

» 2° Une petite portion de cet acide est attaquée par l'oxygène pour former de l'acide carbonique, de l'eau et de l'oxyde de carbone :

$$(C^6H^2O^6 + O^2) + 2O^2 = 2C^2O^4 + C^2O^2 + H^2O^2.$$

» L'oxygène tire son origine de deux sources différentes : de l'électrolyse directe du malonate et de celle de l'alcali régénéré, dernière action qui rend compte de la préservation du sel dans le compartiment positif.

» III. Acide malonique libre. — L'acide malonique est très soluble

dans l'eau, car il se dissout dans moins de son poids d'eau à la température ordinaire. J'ai trouvé que 100 parties d'eau à 15° en dissolvent 139,37.

» En soumettant à l'électrolyse une solution concentrée, de consistance sirupeuse, le gaz P, qui ne se dégage qu'avec une grande lenteur, est simplement formé d'oxygène mêlé à une petite quantité d'acide carbonique.

» L'acide malonique libre se comporte, sous l'influence du courant, à la manière des acides minéraux, l'acide sulfurique par exemple, la seule différence consistant dans la destruction d'une petite quantité d'acide sous l'influence de l'oxygène.

» En résumé, l'acide malonique présente les caractères suivants :

» A l'état libre, il est très stable vis-à-vis du courant et se concentre régulièrement dans le compartiment positif, double caractère qui l'éloigne de son homologue inférieur, l'acide oxalique.

» En solution concentrée et alcaline, il ne donne naissance, dans aucun cas, à un carbure d'hydrogène, ce qui le différencie de l'acide succinique.

» Ces différences sont telles, que si le méthylène libre n'avait pas échappé jusqu'ici à toutes les recherches, on serait tenté de croire que l'acide malonique de synthèse n'est pas le véritable homologue de l'acide oxalique et de l'acide succinique ordinaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse des matières ulmiques*. Note de M. **A. Millot**, présentée par M. Thenard.

« Lorsque l'on fait passer dans de l'eau acidulée un courant électrique, en prenant pour électrode négative une lame de platine et pour électrode positive un charbon de cornue à gaz, le charbon se désagrège promptement et tombe en poussière au fond du vase. Si l'on remplace la solution acide par une solution alcaline, le charbon se désagrège encore; mais, en outre, une notable portion se dissout dans le liquide, qui prend une coloration noire très intense.

» J'ai employé une solution ammoniacale renfermant 5 pour 100 d'ammoniaque à 22° (une plus forte proportion d'alcali retarde la réaction). J'ai électrolysé la solution à l'aide d'une pile thermo-électrique équivalant à peu près à 2 éléments Bunsen. Le liquide noir que l'on obtient après filtration est précipité par les acides minéraux, et l'on obtient une matière qui, dans ses caractères généraux, présente de l'analogie avec le glucose azoté décrit par M. Thenard.

» Le précipité est entièrement soluble dans l'eau quand l'acide a été enlevé par lavage. La solubilité est plus grande dans l'eau chaude que dans l'eau froide. Il est insoluble dans l'alcool, qui le précipite de ses solutions.

» Lorsque la matière a été desséchée, elle devient partiellement insoluble dans l'eau pure; mais elle se dissout intégralement dans l'eau ammoniacale. Elle devient même complètement insoluble dans l'eau après dessiccation à 150°.

» Contrairement à la plupart des matières organiques azotées, elle ne donne pas d'ammoniaque par l'ébullition dans une solution de potasse concentrée. Chauffée avec la potasse, elle donne naissance à du cyanure de potassium.

» Ces réactions sont également celles qui caractérisent le glucose azoté.

» L'analyse de cette matière, précipitée par l'acide chlorhydrique et redissoute à plusieurs reprises, a donné, après séchage à 150° :

Charbon	54,75
Hydrogène	4,00
Azote	12,40
Oxygène	28,85

» Si l'on emploie, au lieu d'ammoniaque, une solution de potasse très étendue, on obtient une matière noire dont les propriétés sont sensiblement les mêmes, si ce n'est qu'elle n'est pas azotée. Le produit précipité par un acide est soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool et l'éther comme le précédent.

» Les charbons employés proviennent de sciage du coke des cornues à gaz. Ils ont été purifiés par un courant de chlore au rouge pendant trente heures, pour enlever les hydrocarbures que ces produits renferment, c'est-à-dire au delà du temps nécessaire pour enlever les hydrocarbures et de notables proportions de fer et de silice. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits du dédoublement des matières protéiques.* Note de M. **Bleunard.**

« Dans une précédente Note, j'ai montré que la matière organique de la corne de cerf se décompose par l'hydrate de baryte d'une façon analogue à l'albumine, en donnant, outre l'ammoniaque et les acides carbonique et oxalique, un mélange amidé répondant très approximativement à la formule générale $C^n H^{2n} Az^2 O^4$, avec une valeur de n inférieure à celle du

mélange amidé de l'albumine, ce qui faisait prévoir la présence, dans ce mélange, de glucoprotéines moins riches en carbone. Mes recherches ultérieures m'ont, en effet, démontré que la plus grande partie du mélange était constituée par une glucoprotéine répondant à la formule $C^6H^{12}Az^2O^4$. Le composé du même ordre le moins riche en carbone, trouvé par M. Schützenberger avec l'albumine, avait pour formule $C^7H^{14}Az^2O^4$. Il devenait intéressant de vérifier avec ce nouveau produit, facile à obtenir en grande quantité, une réaction signalée par M. Schützenberger. On sait, d'après ses recherches sur les glucoprotéines en C^8 et en C^9, que celles-ci réagissent sur le brome, qu'elles transforment intégralement en acide bromhydrique en se changeant en un composé ou en un mélange répondant à la formule $C^nH^{2n}Az^2O^5$.

» On a, d'après lui,

$$C^nH^{2n}Az^2O^4 + H^2O + Br^2 = 2BrH + C^nH^{2n}Az^2O^5,$$
$$C^nH^{2n}Az^2O^5 = C^aH^{2a+1}AzO^2 + C^bH^{2b-1}AzO^3,$$

avec $a + b = n$.

» 5gr de glucoprotéine $C^6H^{12}Az^2O^4$ ont été dissous dans l'eau et traités par de l'eau de brome jusqu'à refus de décoloration. L'acide bromhydrique formé a été dosé sous forme de bromure d'argent. On a constaté que tout le brome employé se retrouvait à l'état d'acide bromhydrique et que les 5gr de glucoprotéine avaient utilisé 4gr,4 de brome.

» La réaction

$$C^6H^{12}Az^2O^4 + H^2O + Br^2 = 2BrH + C^6H^{12}Az^2O^5$$

exige 4gr,54 de brome.

» Le produit de la réaction, débarrassé d'acide bromhydrique et évaporé à sec, a donné, à l'analyse, des nombres correspondant à la formule $C^6H^{12}Az^2O^5$. Le même produit étant dissous dans un peu d'eau et la solution étant abandonnée à elle-même, on a obtenu une cristallisation de sucre de gélatine pur et un liquide sirupeux.

» Le produit $C^6H^{12}Az^2O^5$ constitue donc un mélange, à équivalents égaux, de sucre de gélatine $C^2H^5AzO^2$ et d'un composé amidé de formule $C^4H^7AzO^3$.

» Ces résultats s'accordent donc, en tous points, avec ceux qu'a obtenus M. Schützenberger avec les homologues supérieurs dérivés de l'albumine. Après l'oxydation par le brome, la séparation des acides amidés homo-

logues de la leucine s'effectue facilement, et cette réaction peut servir comme moyen de déterminer la véritable constitution des glucoprotéines.

» Un corps tel que $C^6H^{12}Az^2O^4$ peut être envisagé comme une combinaison moléculaire de $C^3H^7AzO^2$ avec $C^3H^5AzO^2$ ou de $C^2H^5AzO^2$ avec $C^4H^7AzO^2$. L'expérience précédente montre que la dernière constitution est la vraie. La leucéine $C^4H^7AzO^2$ se change, par oxydation, en un corps $C^4H^7AzO^3$ (1). »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les caractères anatomiques du sang dans les phlegmasies.* Note de M. G. HAYEM, présentée par M. A. Vulpian.

« L'étude des altérations anatomiques du sang, et surtout de l'évolution de ces altérations, montre que les principaux états morbides ont pour ainsi dire un cachet hématique spécial dont la connaissance peut être appliquée au diagnostic et au pronostic d'un certain nombre de maladies.

» Mon attention ayant porté particulièrement sur les rapports qui existent entre les modifications des hématoblastes et la formation du réticulum fibrineux, j'ai constaté que l'examen microscopique du processus de coagulation fournit des renseignements plus nombreux et au moins aussi précis que le dosage de la fibrine par les procédés chimiques.

» Nous nous occuperons tout d'abord des phlegmasies et nous aurons à distinguer : 1° les modifications numériques des éléments du sang; 2° les altérations qualitatives de ces mêmes éléments.

» Cette première Note n'aura pour objet que les variations numériques.

» I. *Globules blancs.* — A l'état normal, le nombre des globules blancs est en rapport surtout avec l'âge des sujets. Voici les principaux résultats de mes observations, en prenant pour base le millimètre cube de sang :

	Moyenne des globules blancs.
Nouveau-nés pendant les quarante-huit premières heures........	18000
» pendant les jours suivants jusqu'à la fin du premier mois..	8000
Enfants de plusieurs mois à quatre ans........................	6000
Adultes et vieillards..	5000

(1) Ce travail a été exécuté au laboratoire du Collège de France, d'après les conseils de M. Schützenberger.

» Chez la femme le nombre des globules blancs est le même que chez l'homme, mais il augmente généralement de 1000 à 2000 pendant la période menstruelle.

» Cela posé, dans toutes les phlegmasies le nombre des globules blancs est augmenté. Cet accroissement de nombre est variable : sur soixante-cinq observations, il a oscillé de 7000 à 36500. Le premier chiffre a été observé dans un cas d'érysipèle léger de la face, presque apyrétique, le second dans un cas de pneumonie caséeuse double avec cavernes. Le plus souvent le nombre des globules blancs est de 15000 à 20000; il devient, par conséquent, trois à quatre fois plus élevé qu'à l'état normal. On peut dire qu'en général il est d'autant plus grand que la maladie est plus franchement inflammatoire, que celle-ci soit idiopathique ou symptomatique.

» Relativement à la marche du phénomène, on constate les faits suivants :

» 1° L'augmentation du nombre des globules blancs se produit dès le début de la maladie et atteint, régulièrement ou par oscillations, un maximum qui coïncide avec la période de maturité de l'affection, c'est-à-dire, par exemple, avec la suppuration, dans les cas d'inflammation suppurative.

» 2° Dans les phlegmasies en voie de décroissance, le nombre des globules blancs diminue en suivant plus ou moins étroitement la marche de la maladie.

» 3° Dans les inflammations suppuratives, le nombre des globules blancs diminue tout à coup au moment où le pus se fait jour au dehors, pour augmenter de nouveau lorsque cette issue est suivie d'une suppuration secondaire.

» 4° Au commencement de la convalescence des formes franchement aiguës, on voit assez souvent, pendant un temps variable, mais court (un, deux, trois jours), le nombre des globules blancs s'abaisser sensiblement au-dessous du chiffre normal, avant d'atteindre définitivement la moyenne physiologique.

» L'augmentation dans le nombre des globules blancs n'appartient pas exclusivement aux phlegmasies aiguës à évolution rapide. Si dans ces conditions elle atteint son plus haut développement, elle n'en reste pas moins très accusée dans les phlegmasies subaiguës ou même chroniques, que celles-ci soient suppuratives ou même simplement parenchymateuses.

» II. *Hématies.* — Les variations numériques des globules rouges dans les phlegmasies dépendent de conditions si diverses et sont par suite si

peu régulières, qu'il est difficile d'en donner une description générale. On peut dire cependant qu'une inflammation aiguë d'une durée de huit à dix jours (pneumonie par exemple) détermine presque toujours une perte de 200000 à 1000000 de globules rouges par millimètre cube. Mais cette évaluation n'est pas rigoureuse, car elle n'a pu être faite qu'à l'aide du chiffre trouvé après le retour complet à la santé.

» C'est au moment de la défervescence que le nombre des hématies atteint son minimum; il se relève irrégulièrement et d'une manière plus ou moins rapide pendant la convalescence. A cette époque il n'est pas rare de le voir atteindre un chiffre très élevé, pour redescendre ensuite.

» Lorsque la phlegmasie est franchement aiguë et suivie d'une guérison rapide, le nombre des hématies redevient physiologique en quelques jours. Cette réparation numérique est plus longue à la suite des phlegmasies graves et traînantes. Enfin elle avorte quand à l'état aigu succède un état subaigu ou chronique. On peut même observer dans ces dernières circonstances une anémie de plus en plus accentuée (rhumatisme articulaire subaigu, par exemple).

» III. *Hématoblastes.* — Le nombre des hématoblastes, qui, à l'état normal, est de 255000, est peu modifié pendant la période d'état des phlegmasies aiguës à évolution rapide. Dans la pneumonie franche, il est en général un peu au-dessus du chiffre normal, tandis que dans la plupart des autres maladies inflammatoires il reste au-dessous de ce chiffre ou l'atteint à peine. En général, plus la maladie a une durée longue, plus le nombre des hématoblastes a une tendance à s'abaisser; il peut descendre ainsi jusqu'à 100000 ou même 75000.

» C'est au moment où la phlegmasie touche à sa fin qu'il atteint son minimum.

» Alors apparaît tout à coup une augmentation rapide et progressive des hématoblastes, fait capital et constant qui constitue le phénomène le plus saillant et le plus caractéristique de tous ceux que la numération des éléments du sang peut mettre en évidence. En deux ou trois jours (dans les cas franchement aigus), le nombre de ces corpuscules atteint un maximum qui est deux, trois ou presque quatre fois plus grand que le chiffre normal. Cette accumulation d'hématoblastes, qui constitue par sa constance et son intensité une sorte de crise hématique, se montre au moment même de la défervescence; elle débute souvent dès que la température fléchit.

» Elle est intimement liée à l'évolution de la lésion et s'observe aussi bien

dans les cas mortels que dans ceux qui guérissent, pourvu que la partie enflammée entre en résolution.

» De même, lorsque la maladie se compose de plusieurs inflammations successives, chacune de ces lésions se termine par une production abondante d'hématoblastes.

» Enfin, dans les cas où la maladie a une évolution lente et une défervescence traînante, l'élévation du chiffre des hématoblastes se fait par poussées successives et elle n'atteint son apogée qu'au bout d'un plus grand nombre de jours.

» Ce phénomène important coïncide avec l'abaissement du chiffre des globules blancs; il est éphémère et bientôt suivi de la formation de nouvelles hématies.

» On doit le considérer, dans ces circonstances, comme la conséquence d'une accumulation passagère de jeunes éléments au moment où l'évolution sanguine, après avoir été entravée par le processus pathologique, reprend son cours normal. Cette accumulation reste appréciable jusqu'au rétablissement de l'équilibre entre la transformation des hématoblastes en hématies et la production des éléments nouveaux. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action digestive du suc de papaya et de la papaïne sur les tissus sains ou pathologiques de l'être vivant.* Note de M. E. **Bouchut.**

« Dans une précédente Communication, le 23 août 1879, j'ai montré qu'il y avait, dans le suc de papayer et dans le ferment digestif qu'elle renferme (la *papaïne*), un agent qui forme avec les matières albuminoïdes (fibrine, gluten, viande crue, lait) une combinaison ayant tous les caractères des peptones assimilables. En poursuivant ces expériences avec le suc de papayer dilué ou avec la papaïne, non plus sur des matières albuminoïdes mortes, mais sur des tissus vivants, sains ou pathologiques, d'adénômes et de cancers, je suis arrivé à des résultats que je crois dignes d'intérêt.

» Ces tissus se digèrent et se convertissent en peptones, comme les matières albuminoïdes mortes. Ainsi, par des injections de 1^{gr} *de solution de papaïne* à $0^{gr},10$ par gramme, ou de 1^{gr} de suc de papayer au cinquième dans le cerveau, au moyen de la seringue hypodermique, on obtient une digestion de la substance cérébrale qui a été en contact avec le tissu du cerveau. Toute cette partie, examinée vingt-quatre heures après la mort, est devenue

jaunâtre, molle, et, sur un point plus restreint, elle forme un foyer de ramollissement pulpeux jaune et d'autres fois rougeâtre. L'animal ne résiste que deux ou trois heures à cette injection; il tombe dans le collapsus, paralysé d'un ou des deux côtés du corps, et il meurt en paraissant beaucoup souffrir.

» Si l'on injecte, sur le même animal, 1^{gr} de la même solution de papaïne, ou de suc de papayer dilué, dans les muscles d'une région quelconque du corps, à la cuisse, à la fesse ou dans les lombes, on remarque, au bout de vingt-quatre heures, lors de l'autopsie, une altération très prononcée du tissu musculaire. Dans la partie du muscle où a séjourné la papaïne, on trouve, entourée par le tissu musculaire normal, une partie ramollie, pulpeuse et gélatineuse, formée par le muscle digéré. Dans sept expériences, le résultat a toujours été le même.

» Après ces expériences sur les tissus nerveux et musculaires d'un animal vivant, j'ai pensé que les tissus pathologiques, tels que les adénômes, cancers, etc., pourraient être digérés et dissous par la papaïne et le suc de papaya. Trois fois, j'ai injecté dans les adénômes du cou la solution indiquée, soit par une seule piqûre, soit par plusieurs injections, selon le volume de la tumeur. Les effets de cette injection sont, au bout de deux heures, très douloureux, et provoquent un violent accès de fièvre. Au bout de trois jours, les ganglions sont ramollis et convertis en abcès qu'il faut vider avec l'instrument tranchant; puis, deux fois sur trois, l'abcès a guéri.

» Dans trois cas de cancer du sein et un cas de cancer des ganglions de l'aîne après castration, rencontrés à l'hôpital Saint-Louis, dans le service de M. Péan, des injections de papaïne ont amené le ramollissement et la digestion de tumeurs dures, énormes. Le produit liquide, retiré par aspiration d'un de ces cancers gros comme le poing, examiné au laboratoire de la Faculté par M. Henninger, a paru être une véritable peptone. Cela démontre que l'action de la papaïne sur le tissu cancéreux a été une vraie digestion (1).

---

(1) En effet, dans une première analyse, sur 47^{gr} de liquide, M. Henninger a trouvé $2^{gr},91$ d'albumine renfermant $0^{gr},565$ de peptone séchée à 110°, caractérisée par toutes ses réactions.

Dans une deuxième analyse, le liquide extrait six jours après la première ponction ne renfermait que $0^{gr},05$ de peptone.

Dans une troisième analyse de la même malade, après une nouvelle injection de papaïne, le liquide albumineux extrait de la poche étant de 22^{gr} huit jours après la seconde ponction, il y avait $0^{gr},065$ de peptone.

» Dans ces cas aussi, la solution injectée, quoique neutre, a produit de très violentes douleurs et un formidable accès de fièvre.

» Je rapporterai enfin une expérience relative à une forte grenouille vivante, en partie dépouillée de sa peau et mise tout entière dans un vase rempli de suc de papayer, dilué au cinquième. Elle était morte au bout de douze heures, en partie digérée au bout de vingt-quatre heures, et, après deux jours, il n'en restait plus que le squelette.

» Cette expérience et celles qui ont été précédemment rapportées au sujet des lombrics et des ténias vivants, que la papaïne a digérés, prouvent que tous les tissus organisés, même lorsqu'ils sont vivants, peuvent être peptonisés par cette substance, qui est de la *pepsine végétale*. Elle agit sur les tissus d'un animal vivant de même façon que sur les matières alimentaires albuminoïdes déposées dans l'estomac ou dans un vase de laboratoire. »

MÉDECINE. — *Sur l'anchylostomiase*. Note de MM. **L. Concato** et **E. Perroncito** (de Turin).

« Dans la clinique dirigée par l'un de nous (M. Concato) viennent d'être admis, dans l'espace de quelques jours, trois individus affectés d'anchylostomiase. L'examen des fèces indique que le nombre des anchylostomes contenus dans l'intestin doit être assez considérable, et cette opinion est corroborée par l'état des malades : tous trois, en effet, sont profondément épuisés, par le fait d'une grave et menaçante anémie.

» Cette observation acquiert une importance considérable par suite de cette circonstance, que les malades dont il s'agit sont des ouvriers employés au percement du tunnel du Saint-Gothard, et que, d'après ce qu'ils rapportent, leurs compagnons de travail sont, par centaines, affectés par la même maladie. Cette assertion est, du reste, confirmée par le médecin d'Airolo, à qui nous nous sommes adressés pour obtenir des informations à ce sujet. Aussi avons-nous pensé qu'il était de notre devoir d'attirer l'attention sur la manifestation épidémique, si étendue, d'une maladie qu'on avait regardée comme si rare jusqu'à présent.

» De nouvelles recherches donneront des renseignements plus précis. Pour notre part, nous nous empresserons de communiquer à l'Académie tous les faits que nous pourrons recueillir à l'égard de cette maladie.

» Déjà, en nous appuyant sur le résultat des expériences faites par l'un

de nous (M. Perroncito), et d'après lesquelles les anchylostomes ont succombé sous l'action directe d'une température de 45° à 46° C., nous avons tenté l'entéroclysme avec de l'eau portée à une température de 48° à 50° C. et plus. Les expériences déjà faites sur les animaux et en voie d'exécution sur l'homme nous donnent lieu d'espérer une heureuse réussite. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la production artificielle de feldspaths à base de baryte, de strontiane et de plomb, correspondant à l'oligoclase, au labrador et à l'anorthite.* Note de MM. **F. Fouqué** et **A. Michel Lévy**.

« Nous nous sommes proposé, dans ces recherches, de compléter l'une des séries minéralogiques naturelles les plus importantes : celle des feldspaths à base alcalino-terreuse. L'analogie du rôle que jouent dans les minéraux d'une part la chaux, la baryte, la strontiane et le protoxyde de plomb, d'autre part la chaux, la magnésie, les protoxydes de fer, de manganèse et de zinc, a été signalée par Ch. Sainte-Claire Deville et mise en relief par M. H. Sainte-Claire Deville dans son étude synthétique des apatites et des wagnérites. Il était naturel de penser que la chaux qui entre dans les feldspaths y figure comme un représentant du premier de ces groupes; nos expériences justifient cette manière de voir en établissant qu'elle peut y être remplacée par la baryte, la strontiane ou le protoxyde de plomb.

» Le procédé que nous avons suivi consiste à opérer la cristallisation à une température élevée, inférieure au point de fusion, mais voisine de celui-ci. Il fournit des cristaux enchevêtrés, qui ne sont pas susceptibles d'être isolés; mais il a l'avantage de se rapprocher du moyen le plus fréquemment employé sous nos yeux par la nature pour faire cristalliser les feldspaths; il démontre donc la possibilité, sinon la probabilité, de l'existence à l'état naturel d'une partie de nos produits.

» Les mélanges que nous avons soumis à la fusion consistent en silice, alumine, carbonate de soude avec strontiane, baryte ou oxyde de plomb; nous les avons mélangés dans les proportions suivantes, rapportées à leurs équivalents :

	Oligoclase.	Labrador.	Anorthite.
SiO^2	$4\frac{1}{2}$	3	2
Al^2O^3	1	1	1
NaO,CO^2	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{4}$	0
MO	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	1

» Après quarante-huit heures de chauffe, on obtient des culots entièrement cristallisés, que l'on taille en plaques minces pour l'étude microscopique. Les cristaux s'aperçoivent à la lumière naturelle, mais ils se distinguent mieux entre les nicols croisés; ils sont allongés à la façon des microlithes feldspathiques et, comme eux, sont susceptibles de se grouper en sphérolithes. L'intensité de la double réfraction est à peu près celle des feldspaths, sauf dans la série plombique, qui se pare de couleurs plus vives.

» On sait que la zone d'allongement des microlithes feldspathiques est parallèle à l'arête pg^1 et que les extinctions dans cette zone oscillent entre 0° et un maximum, très petit pour l'oligoclase, moyen pour le labrador, très grand pour l'anorthite.

» Dans nos produits, les extinctions se font parallèlement au sens de la longueur pour toute la série barytique, pour l'oligoclase et le labrador de strontiane, et pour l'oligoclase de plomb.

» Un des axes d'élasticité coïncide donc avec la direction de l'allongement.

» L'abondance extrême des pointements rectangulaires dans l'anorthite de baryte, jointe à ses extinctions, fait présumer que ce corps est orthorhombique. Quant aux autres produits à extinctions longitudinales, leurs pointements sont trop variables pour permettre de déterminer leurs systèmes cristallins.

» L'anorthite de strontiane présente des extinctions allant jusqu'à 27°. Le plan des axes optiques est déterminable dans la lumière convergente et sensiblement parallèle à la direction de l'allongement.

» Le labrador de plomb se présente en beaux cristaux, certainement tricliniques, dont les extinctions atteignent un maximum de 25° dans les sections sensiblement rectangulaires que nous attribuons, comme dans les feldspaths, à la zone perpendiculaire à g^1.

» L'anorthite de plomb est surtout sphérolithique; l'angle sous-tendu par les branches noires de la croix, entre les nicols croisés, atteint un maximum de 36°; quelques microlithes isolés s'éteignent également sous des angles assez considérables.

» Tous ces corps sont dépourvus de la macle de l'albite, caractéristique des feldspaths tricliniques. Cependant on les observe souvent en cristaux accolés longitudinalement, à extinction simultanée; ils offrent aussi une macle en croix, analogue à celle de Baveno.

» Tous rayent facilement le verre. Sauf les oligoclases de strontiane, de

baryte et de plomb, et le labrador de strontiane, tous sont attaquables aux acides; le tableau suivant donne leurs poids spécifiques :

	Strontiane.	Baryte.	Plomb.
Oligoclase...........	2,619	2,906	3,196
Labrador...........	2,862	3,333	3,609
Anorthite...........	3,043	3,573	4,093

» Pour obtenir les feldspaths de plomb, nous avons opéré dans des creusets de terre réfractaire; en fondant rapidement le mélange, on évite toute attaque sensible des parois du creuset. Nos autres feldspaths ont été obtenus dans des creusets de platine. Nous avons employé l'acide nitrique pour l'attaque des feldspaths de plomb, l'acide chlorhydrique dans tous les autres cas.

» M. Des Cloizeaux (¹) a récemment signalé un feldspath barytique naturel (1 : 3 : 8) triclinique, dont les propriétés optiques sont légèrement différentes de celles de notre oligoclase similaire; l'analyse faite par M. Pisani y a décelé une quantité notable de chaux; la densité, égale seulement à 2,835, éloigne également ce feldspath de nos produits. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Éruption et chute de poussières volcaniques, le 4 janvier 1880, à la Dominique (Antilles anglaises).* Lettre de M. **L. Bert** à M. Daubrée.

« Il existe, à l'île de la Dominique, un volcan qui présente le caractère intéressant d'être toujours en activité. Son cratère, rempli aux trois quarts d'eau bouillante sulfureuse, forme un lac à niveau constant, dont la température, sur les bords, peut être estimée à une moyenne de 75° C. A l'une des extrémités de ce lac, l'ébullition se manifeste toutes les trois, quatre ou cinq minutes, par une colonne d'eau, affectant la forme conique, projetée violemment à une hauteur d'environ 10^m, en dégageant de fortes lueurs et des vapeurs sulfureuses. Ce cratère, situé à l'est de la chaîne de montagnes qui traverse l'île dans toute sa longueur, fait partie du district de la Grande-Soufrière. L'altitude doit en être évaluée à environ 900^m.

» Le dimanche 4 janvier 1880, à 11^h du matin, un grondement sourd s'est fait entendre, se répétant presque toutes les deux minutes, mais par intermittences; l'atmosphère s'est obscurcie comme pendant une éclipse de

(¹) *Bull. Soc. minéral.*, 1878, p. 84.

Soleil; la pluie tombait par torrents et sans interruption. A $11^h 2^m$, j'ai aperçu un gros nuage noir, se dirigeant par la vallée de Roseau sur la ville et prenant la direction de la mer; à $11^h 3^m$, par une violente rafale de vent, ce nuage, mêlé à la pluie, tombait sur la ville en forme de boue et de sable; un bruit lointain continuait à se faire entendre. Cette pluie mélangée de sable a duré jusqu'à $11^h 10^m$ environ, puis le temps est devenu plus clair. Le baromètre marquait en ville 752^{mm}, état à peu près normal, et le thermomètre 22° C., état normal.

» Je vous envoie une bouteille contenant l'eau de pluie mélangée de sable, recueillie dans un pluviomètre; vous pourrez juger de la quantité de matières étrangères mêlées à la pluie par la quantité du dépôt. Je vous adresse, en même temps, du sable recueilli après la pluie. Ce sable ressemble à une pouzzolane. Je dois ajouter que, pendant toute sa durée, le phénomène a été accompagné d'une forte odeur sulfureuse. La pluie a continué par rafales jusqu'au lendemain, après avoir repris son aspect normal. L'émission de pluie et de sable a donc duré environ dix minutes et n'a été accompagnée, du moins de notre côté, d'aucune secousse de tremblement de terre, comme on pouvait s'y attendre. La pluie charriant ce nuage de sable n'a atteint qu'une partie de l'île, soit la partie qui se trouvait sous le vent du volcan. La largeur de l'émission a atteint près de 4^{km}, sur une longueur de près de 10^{km}, c'est-à-dire du cratère au bord de la mer.

» Je tiens à relater un fait assez curieux sur le peu de vitesse qu'a acquis ce nuage charriant le sable, malgré la grande violence du vent.

» Le yacht de plaisance *la Louise*, de la Martinique, se rendant à Roseau, capitale de l'île de la Dominique, se trouvait, le dimanche 4 janvier 1880, à environ 19^{km} de la ville de Roseau. Il était 5^h du soir; sa position était vis-à-vis de la ville, quand le nuage s'est abattu sur lui, par une mer relativement calme, et a laissé sur son pont un résidu pareil à celui que je vous envoie, et que j'ai recueilli le lendemain sur le pont, à l'arrivée du navire.

» Une forte secousse de tremblement de terre s'est fait sentir de 11^h à midi à Marigot, petit village situé sur l'autre versant de la chaîne de montagnes où se trouve situé le volcan. Une rivière non navigable, la rivière de la Pointe-Mulâtre, qui prend sa source sur les flancs du cratère, a eu son lit entièrement rempli par un sable pareil à celui que je vous envoie; ce sable ne tombait pas avec la pluie, mais provenait naturellement des sources de la rivière. Aujourd'hui, cette rivière est séchée, et l'eau qui coule de ses anciennes sources est à peu près de la grosseur de 1 pouce anglais.

» La rivière qui traverse la ville de Roseau a débordé et charrié pendant toute la journée des sables rouges pyriteux et des sables gris, pareils à ceux qui sont tombés sur la ville.

» J'attribue cette pluie de sable à une éruption volcanique provenant du cratère d'eau bouillante; mais je dois vous donner la description de l'endroit où le fait s'est passé. La contrée où se trouve le volcan est déserte, complètement inhabitée et située à des altitudes de 600^m à 900^m. Avant de parvenir au volcan, il faut traverser, sur le sommet d'un des pics avoisinants, une plaine d'environ 10^{ha}, complètement composée de sables pyriteux, et d'où s'élèvent, presque sans aucune interruption, de petites solfatares ou éruptions de sable de $1^m,50$ à 2^m de haut, mais toujours changeant de place; le sable s'élève en l'air, puis retombe. Il n'y a aucune végétation sur cette plaine. Depuis dimanche, personne n'a pu aller voir ce qui s'était réellement passé; des hommes sont partis depuis hier et sont attendus aujourd'hui.

» J'ai trouvé, par une analyse sommaire, du fer, du soufre et du plomb, ainsi que du silice et de la magnésie. Je serai très heureux si vous faites analyser ces substances et si vous voulez bien me communiquer le résultat. »

GÉOLOGIE. — *Examen des poussières volcaniques tombées le 4 janvier 1880, à la Dominique, et de l'eau qui les accompagnait;* par M. **Daubrée.**

« L'échantillon de poussière recueilli par M. L. Bert, après la pluie, est à grain fin, ayant en moyenne $0^{mm},1$ dans l'échantillon qui nous a été adressé. Cette sorte de sable est formée, pour la plus grande partie, de grains pierreux. Parmi les grains incolores, les uns manifestent, sous le microscope, les formes et les caractères optiques qui appartiennent au labradorite, ainsi que les macles propres à cette espèce de feldspath. D'autres ont les caractères du feldspath sanidine. Certains cristaux feldspathiques sont comme corrodés. Les grains verdâtres ont la forme du pyroxène. On reconnaît aussi du gypse en cristaux isolés.

» Même à l'œil nu, on voit briller beaucoup de petits grains à éclat métallique. Avec un grossissement convenable, on reconnaît que tous ces grains consistent en cristaux cubiques, parfaitement nets, parfois striés, sans facettes modifiantes : ils consistent en pyrite. Leur dimension n'est que de $\frac{1}{30}$ à $\frac{1}{50}$ de millimètre. Au lieu d'être isolés, ces cristaux sont parfois asso-

ciés et agglutinent les grains pierreux, de manière à montrer qu'ils leur sont postérieurs.

» Çà et là on a reconnu quelques grains de galène.

» Ce sable volcanique est imprégné de matières salines, en partie déliquescentes et très sapides, qui ont attaqué le papier qui l'enveloppait.

» La poussière qui a été recueillie en mer, à une distance de 19 kilomètres du rivage, est de même nature que la partie pierreuse de l'échantillon précédent, mais à un état tout à fait impalpable; elle contient aussi des parcelles bulleuses et scoriacées, comme la ponce.

» D'après l'examen qui en a été fait au Bureau d'essai de l'École des Mines, la poussière recueillie à sec, dont il a été question d'abord, a donné les résultats ci-après :

Partie soluble dans l'eau..	Chlorure de potassium.........	1,96	3,57
	Chlorure de sodium...........	0,63	
	Sulfate de chaux.............	0,28	
	Matières organiques..........	0,70	
Partie soluble dans l'acide chlorhydrique étendu..	Sous-sulfate de fer............	6,20	9,60
	Carbonate de chaux..........	3,60	
	Carbonate de magnésie........	0,80	
Partie soluble dans l'acide nitrique............	Pyrite de fer................	5,30	5,95
	Galène.....................	0,65	
	Cuivre..........................		absence
Partie insoluble dans les acides.................................			80,30
	Total.........		99,42

» Comme on le voit, parmi les chlorures, celui de potassium prédomine beaucoup.

» Quant à l'eau recueillie dans le pluviomètre, elle est chargée de poudre grossière, dans une proportion qui dépasse 20 pour 100. Les grains dépassent souvent $0^{mm},1$ dans notre échantillon.

» En outre, d'après l'analyse du Bureau d'essai, la même eau contient, en dissolution, les mêmes sels que la poussière recueillie à sec, c'est-à-dire beaucoup de chlorure de potassium, avec un peu de chlorure de sodium, une petite quantité de sulfate de chaux et une forte proportion de matières organiques. La quantité de ces sels s'élève à 2 pour 100 du poids de l'eau.

» La poussière volcanique, dont il vient d'être question, est particulièrement remarquable par les innombrables cristaux de pyrite qui y sont disséminés.

» Il y a tout lieu de croire que cette pyrite s'est formée récemment, dans les flaques d'eau chaude que recèle le massif volcanique, sous l'influence

des abondantes exhalaisons sulfureuses qui, d'après la Note précédente, se manifestent sans cesse. L'éruption l'a projetée au dehors, avec les matières pierreuses au milieu desquelles elle s'est développée.

» La pyrite dont il s'agit paraît donc avoir la même origine que celle que M. Bunsen a reconnue en Islande. Elle en a d'ailleurs l'aspect général, ainsi que j'ai pu m'en assurer sur des échantillons dont je suis redevable à l'obligeance de M. le professeur Johnstrup, de Copenhague. Comme dans les fumerolles d'Islande, où se produit la pyrite, nous remarquons ici que ce sulfure est associé à du sulfate de chaux.

» Nous avons donc ici un nouvel exemple de la formation contemporaine de la pyrite à ajouter à ceux qu'on a antérieurement signalés [1].

» Jusqu'à présent, on n'a rencontré la pyrite, au milieu de déjections volcaniques, que dans un nombre de cas très restreints, si on le compare à l'abondance de cette même espèce minérale dans les anciens dépôts.

» La présence de la galène, associée ici à la pyrite, comme un produit d'émanation volcanique, est également très digne de remarque. »

MINÉRALOGIE. — *Séparation des minéraux dont la densité est plus grande que celle du quartz, à l'aide de mélanges fondus de chlorure de plomb et de chlorure de zinc.* Note de M. **R. Bréon**, présentée par M. Daubrée.

« L'extraction des minéraux microscopiques des roches est devenue, dans ces derniers temps, l'une des opérations les plus indispensables de la Minéralogie et de la Géologie. Elle facilite les analyses minérales et leur donne un nouveau cachet de certitude; elle contrôle les déterminations optiques fournies par le microscope. Mais les procédés mis en œuvre jusqu'à présent (emploi de l'électro-aimant, de l'acide fluorhydrique et de la solution de biiodure de mercure dans l'iodure de potassium) ne s'appliquent qu'à un nombre de cas restreint. L'extraction des minéraux dont la densité est supérieure à celle du quartz ne peut notamment s'effectuer à l'aide de la solution iodurée, qui rend de si grands services pour ceux qui ont une densité inférieure. Il existait donc là une lacune que nous avons cherché à combler par l'emploi du procédé suivant.

» Il consiste à soumettre les mélanges de minéraux microscopiques à une sorte de liquation dans les liquides à densités élevées que donne l

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 858; 1875.

fusion, soit du chlorure de plomb pur, soit du mélange de ce sel avec le chlorure de zinc. La densité du chlorure de plomb liquide est égale à 5, celle du chlorure de zinc, dans les mêmes conditions, à 2,4; on peut donc, en mélangeant ces deux produits en proportions variables, composer un grand nombre de liquides, dont les densités seront comprises entre ces deux limites et dans lesquels on pourra faire tomber certains minéraux, tandis que d'autres plus légers flotteront à leur surface. L'expérience réussit facilement; une poudre cristalline composée d'éléments dont la densité est supérieure à celle du quartz peut être ainsi triée, et l'opération même fournit des indications utiles sur les poids spécifiques des minéraux extraits.

» De simples tubes à essai peuvent suffire pour faire ces expériences, car la température à laquelle on opère n'est pas assez élevée pour détruire la cohésion du verre. Les minéraux que nous avons traités ne subissent aucune altération par suite du degré de chaleur nécessaire à la fusion des chlorures, non plus que de leur immersion dans ces liquides.

» La poudre minérale dont on veut fractionner les éléments est jetée par petites portions et brassée pendant quelques instants dans les sels fondus, mélangés en proportions préalablement déterminées. On abandonne le tout au refroidissement, et, le tube étant brisé, on retire un culot solide dont le fond contient les substances qui avaient un poids spécifique plus grand que celui du mélange de chlorures employé; celles dont la densité était inférieure sont, au contraire, réunies à la surface. On n'a plus qu'à détacher la partie que l'on veut examiner; une simple ébullition dans l'eau pure ou additionnée d'acide acétique suffit pour débarrasser les minéraux contenus dans ce fragment des sels de plomb et de zinc qui les englobent.

» Nous avons appliqué ce procédé à des roches pulvérisées et à des sables marins. C'est ainsi que nous avons pu, en l'employant concurremment avec ceux déjà connus, arriver à séparer les uns des autres les minéraux suivants, cassitérite, fers titanés et oxydulés, grenat, saphir, zircon, rutile, staurotide, disthène, sphène, andalousite, amphibole, topaze, pyroxène, glaucophane, tourmaline, micas noir et blanc, émeraude, substances qu'on rencontre souvent dans la nature à l'état d'associations plus ou moins complexes.

» Le procédé ci-dessus décrit est très précis, d'une application facile et appelé à rendre de grands services dans la pratique. »

GÉOLOGIE. — *Aperçu sur la genèse des eaux minérales de la Savoie.* Note de M. L. Lévy. (Extrait d'une Lettre à M. Delesse.)

« Les eaux minérales des Alpes de Savoie peuvent être rangées, au point de vue de leurs caractères chimiques, en trois catégories, savoir : les eaux sulfureuses; les eaux salines (chlorurées et sulfatées); les eaux bicarbonatées, alcalines, ou calciques, ou ferrugineuses.

» A la première catégorie appartiennent les sources d'Aix, de Marlioz et de Challes en Savoie, et celles de Bromines, de la Caille et de Menthon en Haute-Savoie. Les trois premières, analysées en 1878 par M. Willm, ont accusé les résultats résumés dans le Tableau suivant et rapportés à 1^{lit} :

	AIX-LES-BAINS.	
	Source de soufre.	Source d'alun.
Température	$43°,5$	$44°,6$
Hydrogène sulfuré libre	$3^{mgr},37$ à $4^{mgr},13$	$3^{mgr},74$
Soufre à l'état d'hyposulfite	$3^{mgr},84$	$3^{mgr},60$
Total des principes fixes	$0^{gr},4925$	$0^{gr},4443$
	MARLIOZ.	CHALLES. Grande source.
Température	$11°$	$10°,5$
Sulfhydrate de sodium	$0^{gr},0285$	$0^{gr},3594$
Total des matières contenues	$0^{gr},6383$	$1^{gr},34531$

» Dans la deuxième catégorie, celle des eaux salines, rentrent les sources de Brides, de Salins, de l'Échaillon et de Bonneval (Tarentaise) en Savoie, et de Saint-Gervais en Haute-Savoie; ces eaux, qui sont surtout riches en chlorures de sodium et de magnésium et en sulfates de chaux et de soude, contiennent, par litre, de 16^{gr} (eaux de Salins) à 5^{gr} (eaux de Saint-Gervais) de matières minérales. Leur température varie de 30° à 40°; cependant une des sources de Saint-Gervais n'a que 20°.

» La troisième catégorie, qui est la plus nombreuse, comprend les sources de Saint-Simon, de Coise, de Farette et de la Bauche en Savoie, d'Évian et d'Amphion en Haute-Savoie; leur teneur par litre en matières minérales est toujours inférieure à 1^{gr}; pour les eaux d'Évian, qui sont alcalines et calciques, elle n'est que de $0^{gr},50$; pour celles de la Bauche, qui sont spécialement ferrugineuses, elle atteint $0^{gr},72$. La température des

eaux de cette catégorie est celle des eaux de sources ordinaires, soit de 10° à 12°.

» Les sources sulfureuses et salines se trouvent réparties de part et d'autre de l'axe de soulèvement des Alpes occidentales qui va de Grenoble à Sallanches, suivant la direction N. 26° E.; les premières se rencontrent à l'est de cet alignement, dans une région occupée par les calcaires jurassiques ou crétacés, les secondes plus spécialement à l'ouest, dans le voisinage ou au sein même du terrain triasique, les unes et les autres à proximité de failles.

» D'après cela, il est naturel de supposer que ces sources proviennent d'infiltrations d'eaux pluviales qui pénètrent par les failles jusqu'à une profondeur plus ou moins grande, suivant leur température, et remontent par des fissures secondaires, sous l'influence d'une pression égale à la différence entre les cotes de la ligne d'affleurement de la faille et du point d'émergence de la source.

» En circulant dans les calcaires jurassiques ou crétacés, qui renferment du sulfate de chaux et des pyrites, en rognons, plus ou moins transformées en sulfates, ainsi que des matières organiques sous forme d'imprégnations bitumineuses, les eaux acquièrent le caractère des eaux sulfureuses, par suite de la réaction bien connue des matières organiques sur les sulfates. Quand les parois du siphon naturel sont constituées par les assises triasiques, qui se composent, en Savoie, de grès blancs, de calcaires magnésiens, de schistes lustrés, de gypse avec sel disséminé, et de schistes argilo-ferrugineux, on conçoit aisément que les eaux doivent se charger des sulfates et de chlorures dont l'analyse révèle la présence dans les sources salines.

» Je ne pense pas qu'il faille attribuer une part quelconque dans la formation des eaux minérales de ces deux catégories aux émanations venant directement de la profondeur. Car on serait conduit à admettre que, dans la région peu étendue occupée par les points d'émergence des sources, ces substances sont puisées à un réservoir commun, et cette hypothèse se concilie difficilement avec les différences observées dans leurs caractères chimiques.

» Quant aux eaux de la troisième catégorie, leur origine superficielle n'est pas douteuse; elles se différencient cependant des précédentes par leur mode d'émission, qui est indépendant des grands accidents du sol. On les trouve soit dans les alluvions anciennes (sources alcalines et calciques d'Évian et d'Amphion), soit dans la molasse (source ferrugineuse de

la Bauche), soit dans les terrains d'éboulis qui recouvrent les roches en place (source alcaline de Farette, dans les éboulis de micaschistes).

» Les travaux entrepris dans le but de les capter ont permis de reconnaître qu'elles se forment à une faible distance du sol, dans les mêmes conditions que les sources ordinaires, comme le faisait déjà présumer leur basse température. Les infiltrations qui leur donnent naissance se produisent à l'affleurement d'une couche généralement comprise entre deux lits moins perméables; leur minéralisation est due à l'action dissolvante que les eaux de pluie chargées d'acide carbonique exercent sur les matières minérales qu'elles rencontrent dans leur trajet souterrain. C'est ainsi que les eaux alcalines et calciques d'Évian empruntent leurs principaux éléments aux débris de roches cristallines et sédimentaires répandus dans les alluvions, tandis que le fer est fourni aux eaux de la Bauche par les rognons de pyrite plus ou moins oxydés que l'on trouve dans la molasse ou par la matière calcaire et ferrugineuse qui cimente les grains de cette roche. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Composition des eaux minérales de Bussang (Vosges).* Note de M. **Ed. Willm.**

« L'eau minérale de Bussang est une eau bicarbonatée, alcaline, froide (11° à 12°), légèrement ferrugineuse et manganésée. Elle est fournie par trois sources. La plus ancienne de ces sources est la *source Salmade:* c'est la plus ferrugineuse. La *source Marie*, ou de la Commune, est captée dans le lit même de la Moselle. La troisième source, peu utilisée jusqu'à présent, est désignée sous le nom de *source d'en haut;* elle domine de quelques mètres la source de la Salmade, dont elle ne diffère guère pour la composition, sauf pour le fer et pour l'acide carbonique libre.

» L'acide carbonique total a été dosé sur place, à l'aide du chlorure de baryum ammoniacal.

» L'analyse a porté en général sur la partie soluble du résidu de l'évaporation et sur la partie soluble. La silice ainsi que l'arsenic sont contenus en totalité ou à très peu de chose près dans la partie insoluble. L'acide carbonique de cette partie a été évalué d'après la teneur en chaux et en magnésie; celui de la partie soluble a été dosé directement par le chlorure de baryum. L'arsenic a été dosé par la méthode recommandée par MM. Millot

et Maquenne (oxydation de l'hydrogène arsénié, produit par l'appareil de Marsh, par l'acide azotique fumant, et titrage de l'acide arsénique par l'acétate d'urane). Le lithium a été isolé sous la forme de chlorure par l'alcool éthéré, puis pesé à l'état de sulfate qui, pour le contrôle, a été analysé. Le manganèse enfin a été déterminé par l'excellente méthode recommandée récemment par M. Beilstein, et qui consiste à précipiter le manganèse sous la forme de peroxyde, en ajoutant du chlorate de potassium à la solution nitrique bouillante du résidu.

» Le premier Tableau indique la composition élémentaire du résidu le second, le groupement hypothétique des éléments ([1]).

Composition élémentaire de l'eau de Bussang.

		Source de la Salmade, 12°.	Source d'en haut, 12°,5.	Source Marie, 11°.
		gr	gr	gr
	Acide carbonique total (CO^2) ([2]) ..	2,8719	2,1890	2,4934
Partie insoluble du résidu.	Silice	0,0641	0,0634	0,0536
	Oxyde ferrique	0,0059	0,0024	0,0024
	Oxyde rouge de manganèse	0,0019	0,0019	0,0020
	Alumine	0,0012	0,0010	0,0011
	Calcium	0,1519	0,1495	0,1880
	Magnésium	0,0506	0,0506	0,0540
	Acide carbonique (CO^2O)	0,3589	0,3546	0,4196
	Arsenic	0,00047	0,00026	0,00043
Partie soluble.	Acide carbonique	0,3801	0,3912	0,3081
	Acide sulfurique (SO^3O)	0,0904	0,0896	0,0806
	Chlore	0,0507	0,0572	0,0497
	Sodium	0,3495	0,3580	0,2890
	Potassium	0,0346	0,0360	0,0264
	Lithium	0,00116	0,0013	0,0010
	Acide phosphorique, Acide borique. Fluor	traces	traces	traces
	Total	1,54143	1,55696	1,47593
	Poids du résidu à 200°	1,5426	1,5442	1,4770

([1]) Ces analyses ont été faites sur la demande du Comité consultatif d'Hygiène publique de France et exécutées au laboratoire de M. Wurtz, à la Faculté de Médecine.

([2]) L'eau de la Salmade, transportée à Paris, accusait encore, après trois mois, 2^{gr},780 d'acide carbonique total.

Groupement hypothétique des éléments dans l'eau de Bussang.

	Source de la Salmade.	Source d'en haut.	Source Marie.
	gr	gr	gr
Acide carbonique libre (¹)..	1,7886	1,0952	1,4260
Carbonate de calcium......	0,3798	0,3737	0,4700
» de magnésium...	0,1771	0,1770	0,1890
» ferreux........	0,0080	0,0029	0,0031
» manganeux.....	0,0029	0,0029	0,0037
Arséniate de fer..........	0,0012	0,0011	0,0007
Phosphate, borate et fluorure calciques	traces	traces	traces
Silice..................	0,0641	0,0634	0,0536
Alumine.................	0,0012	0,0011	0,0010
Carbonate de sodium......	0,6285	0,6405	0,5023
» de potassium...	0,0612	0,0637	0,0467
» de lithium.....	0,0061	0,0074	0,0051
Sulfate de sodium........	0,1337	0,1327	0,1192
Chlorure de sodium.......	0,0836	0,0943	0,0821
Total par litre......	1,5474	1,5607	1,4765

M. Chasles présente, de la part de M. le prince *B. Boncompagni*, le numéro d'octobre du *Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche*, qui renferme le complément des recherches de M. C. Henry, concernant les manuscrits de Fermat et de ses contemporains.

Après avoir donné, dans le précédent Cahier, des essais de démonstration par Malebranche des deux théorèmes suivants, énoncés par Fermat : *Si un nombre est composé de deux carrés premiers entre eux, il n'est pas divisible par un nombre premier de la forme* $4n-1$; *Tout nombre divisible par* 3 *et non par* 9 *n'est jamais une somme de deux carrés entiers ou fractionnaires*, M. Henry consacre, dans le numéro d'octobre, quelques pages à un médecin nommé Claude Martin, grand amateur de Mathématiques et ami de Fermat; mentionne plusieurs Ouvrages disparus, de Frenicle de Bessy, dont l'un consacré à des problèmes de Fermat; édite l'énoncé d'un problème arithmétique de Frenicle, une solution par Wallis de ce problème, et des remarques de l'auteur du problème sur la solution de Wallis. Se trouvent ensuite un essai de résolution, par Malebranche, de l'équation $Ax^2+1=y^2$; l'extrait

(¹) Déduit de l'acide carbonique total par soustraction de l'acide carbonique des bicarbonates.

d'une Lettre de Fermat à Carcavi sur la comparaison de la spirale avec la parabole; l'énoncé d'un théorème de Fermat sur une curieuse propriété du nombre 7; une Lettre de Fermat à Mersenne; une Lettre, très probablement, de Fermat à Kénelm Digby, sur les solutions anglaises de certains problèmes proposés par le géomètre toulousain; trois pièces sur la méthode *De maximis et minimis;* un fragment de Descartes sur les parties aliquotes; un fragment de Fermat sur le même sujet, dans lequel se trouve un remarquable procédé pour reconnaître si un grand nombre est premier; un fragment de Fermat sur les nombres premiers. On remarque ensuite une Lettre de Fermat à Carcavi; un problème de Géométrie adressé à Mersenne; une Lettre sans adresse, non signée et non datée, que M. Henry prouve avoir été écrite à Carcavi, en 1656, par Fermat; une Notice sur de curieuses annotations à Diophante, que M. Henry a pu attribuer à Alexandre Anderson; des renseignements nouveaux sur un ami de Fermat, Nicolas Thoynard; enfin, deux pièces d'un grand intérêt : un Mémoire adressé à Huygens sur le problème d'Adrien Romain, ainsi qu'une relation des nouvelles découvertes en la science des nombres. Dans ce dernier morceau, qui est en quelque sorte le testament scientifique de Fermat, l'auteur énumère les principales applications d'une méthode devenue célèbre dans la théorie des nombres, et qu'il appelle « descente infinie ou indéfinie ». A l'exception de la Lettre à Digby, qui fut imprimée à fort petit nombre, toutes ces pièces sont inédites.

M. R. Sigismond adresse, de Weimar, un complément à son précédent travail sur la chaleur.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 MARS 1880.

Ministère de la Marine et des Colonies. Compte général de l'Administration de la justice maritime pendant les années 1874, 1875 *et* 1876. Paris, Impr. nationale, 1879; in-4°. (Trois exemplaires.)

Ministère de l'Intérieur. Statistique des prisons et établissements pénitentiaires. Compte rendu présenté à M. le Ministre de l'Intérieur pour l'année 1876; *par* M. CHOPIN. Paris, Paul Dupont, 1879; in-8°.

Les essences forestières du Japon; par E. DUPONT. Paris, Berger-Levrault, 1880; br. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Notes relatives aux kakis cultivés japonais; par E. DUPONT. Toulon, typogr. Massone, 1880; br. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Étude de la propagation de la lumière; par L.-F.-D. MÉNÉTRIER. Bar-sur-Aube, typogr. Lebois et Morel, 1879; br. in-8°.

Rapport sur le nouveau casernement de Bourges; par M. E. TRÉLAT. Paris, G. Masson, 1879; br. in-8°. (Extrait de la *Revue d'Hygiène.*)

Note sur l'effondrement du marché du Château-d'Eau; par M. E. TRÉLAT. Paris, Dejay et Cie, 1880; br. in-8°. (Extrait des *Annales des Travaux publics.*)

Supplément à l'exposé des travaux scientifiques du Dr ÉDOUARD FOURNIÉ. Paris, impr. Mocquet, 1880; br. in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. F. LUCAS. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-4°.

Mémoire descriptif d'un abri mobile pour protéger la vigne contre la gelée et la grêle; par M. C. GORCE. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Classe des Lettres, t. XVIII; *Classe des Sciences,* t. XXIII. Paris, J.-B. Baillière; Lyon, Palud, 1878-1879; 2 vol. in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon; 4e série, t. X, 1877. Lyon, Pitrat et H. Georg; Paris, J.-B. Baillière, 1878; in-8°.

Le cancer du larynx; par le Dr M. KRISHABER. Paris, G. Masson, 1880; in-8°. (Extrait des *Annales des maladies de l'oreille et du larynx.*)

Éloge de M. Leymerie; par M. A. BARTHÉLEMY. Toulouse, impr. Douladoure, sans date; in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*)

Mémoires sur les solutions singulières des équations aux dérivées partielles du premier ordre; par M. G. DARBOUX. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4°. (Extrait du t. XXVII des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences.*)

Étude de législation comparée sur les caisses d'épargne par les postes en Angleterre, en Belgique, en Italie, en Hollande et en France; par M. A. DE MALARCE. Paris, Guillaumin, 1880; br. in-8°, avec deux Cartes.

Sur l'arête de rebroussement d'une développable; par M. E. LEBON. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société mathématique de France.*)

Su di alcuni vasi propri della Scagliola (Phalaris canariensis). Nota di G.-A. PASQUALE. Napoli, tipogr. dell' Accademia reale delle Scienze fisiche e matematiche, 1880; in-4°. (Présenté par M. Decaisne.)

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. XII, ottobre 1879. Roma, 1879; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Atti del reale Istituto d'incoraggiamento alle Scienze naturali economiche e tecnologiche di Napoli; 2da serie, t. XVI. Napoli, G. Nobile, 1879; in-4°.

Atlas accompanying the Report on the geology of New Hampshire, C.-H. HITCHCOCK, state geologist, 1878. New-York, J. Bien, sans date; atlas grand aigle.

ERRATA.

(Séance du 8 mars 1880.)

Page 549, ligne 11 en remontant, *au lieu de* position, *lisez* portion.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 MARS 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'origine du système solaire ;* par M. Faye.

« L'hypothèse de Laplace est basée sur la préexistence d'un globe possédant toute la masse du système solaire, toute son énergie mécanique sous forme de rotation. Par l'action d'une chaleur intense, d'origine non définie, l'atmosphère de ce globe, car il lui faut une atmosphère, se sera dilatée jusqu'aux limites du monde actuel. En se refroidissant, elle aurait abandonné çà et là, dans le plan de l'équateur primitif, les matériaux des planètes. Sous cette nouvelle forme, l'énergie première subsiste intégralement ; mais, cette fois, c'est dans des circulations qu'on la retrouve presque en entier. Ainsi, par l'intervention de la chaleur et le jeu de la force centrifuge, Laplace fait naître une tout autre répartition de la masse et des mouvements, qui répond jusqu'à un certain point à ce que nous voyons. Mais cette intervention de la chaleur est elle-même une pure hypothèse ; pour la justifier, on a dû supposer, avec Poisson, qu'il y a dans l'univers des plages à températures très différentes et que le globe primitif avait passé, en vertu de son mouvement de translation, dans une des plus chaudes.

» L'observation nous conduit pourtant à d'autres idées. Les nébuleuses,

où la matière est disséminée dans de vastes espaces, nous ont toujours fait, à nous autres astronomes, l'effet d'être le point de départ d'évolutions bien différentes aboutissant aux formations finales les plus variées, telles que les soleils simples, les soleils doubles, triples, quadruples, les amas globulaires de soleils minuscules se comptant par milliers. Il faut voir cela par une belle nuit, à l'aide d'un bon télescope, sous la direction d'un astronome expérimenté qui ait eu la complaisance de choisir d'avance les objets. Le spectateur se trouve alors, devant la série de ces formes si variées, d'abord rudimentaires, puis de plus en plus accentuées, dans la situation d'un naturaliste qui parcourt une forêt, embrassant d'un coup d'œil les phases de la vie d'une même essence, bien que ces phases exigent en réalité pour chaque arbre une longue suite d'années. N'est-il pas naturel de s'inspirer de ces faits, d'autant plus que notre système appartient au type le plus commun, le plus facile à comprendre, celui d'une nébulosité d'abord vague, puis présentant une condensation centrale, s'absorbant peu à peu, régulièrement, dans une étoile nébuleuse, et finalement dans un soleil unique sur le fond noir du ciel? Alors la chaleur n'apparaît plus comme un agent extérieur qu'il faut invoquer arbitrairement : nous la voyons se développer peu à peu en certains points de la nébuleuse, comme un résultat de l'énergie propre à toute grande dissémination de matériaux exerçant à distance une attraction mutuelle. C'est donc une phase naturelle dans la série de ces phénomènes ; on peut même concevoir un état antérieur où la matière disséminée sera restée longtemps obscure et froide. Les indications merveilleuses de l'analyse spectrale et la théorie mécanique de la chaleur confirment pleinement cette manière de voir.

» Supposons, pour fixer les idées, que la matière de notre système ait été disséminée ainsi, à l'origine, dans un espace globulaire d'un rayon cent fois plus grand que celui de l'orbite de Neptune. Vue à la distance de la nébuleuse planétaire dont le Dr Brunnow a osé mesurer la parallaxe, cette année même, à l'Observatoire irlandais de Dunsink, la nôtre n'aurait apparu qu'avec un diamètre de 5'. La densité de la matière, en l'évaluant comme si elle était continue, y serait deux cent cinquante milliards de fois moindre que celle de l'air d'un récipient où l'on aurait fait le vide au millième. Sa température sera voisine du zéro absolu à une époque où les étoiles actuellement visibles pouvaient n'être pas encore formées. Malgré cette incroyable dissémination, l'attraction de la masse entière ne s'en fait pas moins sentir partout. Une molécule quelconque, circulant à la superficie, aurait une vitesse dix fois moindre seulement que celle de Neptune. A

l'intérieur, l'attraction de la masse entière va en décroissant vers le centre, juste en proportion de la distance à ce point, et réalise ainsi, passagèrement il est vrai, c'est-à-dire tant que durera l'homogénéité de la nébuleuse, une conception abstraite des forces centrales dont on expose les conséquences dans les Traités de Mécanique, depuis que Newton l'a signalée comme une loi tout aussi capable de relier harmonieusement les mouvements d'un monde que celle de la gravité variant en raison inverse du carré des distances. Alors tous les corps placés dans cette vaste enceinte décriraient, sous la moindre impulsion, des ellipses ou des cercles ayant leurs centres au centre de la nébuleuse; pour tous ces corps, la durée de la révolution serait la même, mille fois plus grande que celle de Neptune. Une molécule tombant d'un point quelconque vers le centre l'atteindrait dans le quart de cette durée, c'est-à-dire en quarante et un mille ans.

» Cette nébuleuse se meut. Nous retrouvons, dans la translation du Soleil vers la constellation d'Hercule, le mouvement de son centre de gravité. Le mouvement total devait être plus complexe et comprendre une lente rotation ou plutôt une sorte de tourbillonnement de la masse entière autour d'un certain axe, comme dans les nébuleuses de lord Rosse. Mais ce n'est que dans le plan centralement perpendiculaire à cet axe que ces rotations ont pu se régulariser et se dessiner d'une manière persistante, parce que là elles s'effectuaient juste suivant les mêmes lois qu'une circulation réglée par la pesanteur propre au système, c'est-à-dire de toutes pièces. Si alors des traînées de matière à peu près circulaires, en un mot des anneaux comme ceux de Saturne ou ceux de quelques nébuleuses, telles que la cinquante et unième du Catalogue de Messier, ont fini par s'établir au sein de la nôtre près de l'équateur primordial, la vitesse a dû y aller en croissant du bord interne de chaque anneau à son bord extérieur, proportionnellement à la distance au centre, comme s'il s'agissait de la rotation d'un anneau solide.

» Toutes les planètes provenant de la rupture de ces anneaux continuent à circuler dans le sens primitif que nous appellerons *direct*. C'est là le fait capital dont l'hypothèse de Laplace rend si bien compte. Seulement leurs rotations seraient toutes directes si les choses restaient en cet état. Mais, dès le commencement, je veux dire dès que cette nébuleuse s'est trouvée pleinement isolée, il s'est produit un phénomène qui a modifié ces premières conditions. De toutes les régions qui ne participent pas à ces circulations régulières, les matériaux de la nébuleuse tombent vers le centre, en décrivant des ellipses très allongées et non des cercles; elles y opèrent une con-

densation progressive, en sorte que, abstraction faite d'une foule de mouvements partiels, la densité de la nébuleuse cesse d'être uniforme et finit par aller en croissant régulièrement de la surface au centre.

» Adoptons un moment la loi des densités employée dans la Note précédente, c'est-à-dire, pour la distance r,

$$D\left(1 - \beta\sqrt[n]{\frac{r}{R}}\right);$$

la pesanteur dans la même région aura pour expression

$$4\pi f D\left(\frac{1}{3}r - \frac{n\beta}{1+3n}\sqrt[n]{\frac{r}{R}}\,r\right) \text{ [1]}$$

et le carré de la vitesse linéaire du mouvement circulaire

$$4\pi f D\left(\frac{1}{3}r^2 - \frac{n\beta}{1+3n}\sqrt[n]{\frac{r}{R}}\,r^2\right).$$

Cette vitesse va donc en croissant jusqu'à

$$r = R\left(\frac{2}{3\beta}\,\frac{1+3n}{1+2n}\right)^n$$

et décroît à partir de là jusqu'au centre. Ainsi la nébuleuse, pendant toute la période de concentration, est divisée en deux régions bien différentes : 1° l'extérieure, où les anneaux, en donnant naissance à des planètes, imprimeront à celles-ci une rotation rétrograde, comme celle d'Uranus ou de Neptune; 2° l'intérieure, où les planètes auront toutes une rotation directe, comme Saturne, Jupiter, etc. C'est le phénomène singulier que notre monde présente et contre lequel vient se buter l'hypothèse de Laplace. Il se trouve ainsi rattaché au simple accroissement de densité du bord au centre de la nébuleuse. Sans doute les choses pourraient se passer autrement; si les anneaux avaient une masse prépondérante, ils attireraient à eux tous les

---

[1] On ramène à cette forme le cas particulier que Legendre a examiné dans son *Traité des fonctions elliptiques* et que M. Gyldén a repris tout récemment en considération dans un beau Mémoire où, chose curieuse, il exprime l'idée que ses recherches analytiques à ce sujet pourraient bien plus tard contribuer à l'étude de l'univers stellaire. Je veux parler de l'expression $\mu(r^{-2} + \mu' r)$ pour la loi de la pesanteur. Si l'on fait $\mu = \frac{4}{3}\pi f D r^3$, c'est-à-dire si l'on traite μ comme une fonction de la variable r, ainsi que j'ai dû le faire, cette expression devient $\frac{4}{3}\pi f D(r + \mu' r^4)$, et on la reproduit en faisant $n = \frac{1}{3}$ dans la formule du texte. Mais, pour traiter complètement ces questions, il faudrait, en outre, considérer D comme une fonction du temps.

matériaux et finiraient par vider les régions centrales, comme dans la nébuleuse de la Lyre.

» Le système ainsi formé n'est nullement définitif; il occupe d'abord un espace bien plus grand que notre monde actuel; mais, dans la suite des temps, la condensation centrale progresse toujours, non par refroidissement, bien entendu, mais par l'appel continu de la gravité. Les orbites planétaires étaient d'abord plongées dans la masse diffuse et rare de la nébuleuse. Peu à peu cette masse quitte les régions extérieures aux orbites et va se concentrer à l'intérieur, vers le centre de ces mêmes orbites. Les aires décrites en un temps donné dans ces circulations ne changeront pas pour cela, mais les anneaux ou les planètes se rapprocheront peu à peu du centre, et leur vitesse ira en s'accélérant, conformément à la théorie que Laplace a donnée au quatrième Volume de la *Mécanique céleste*, pour le cas inverse où la masse centrale irait en diminuant. Ici, il ne s'agit pas de minces effets; mais aussi c'est la masse presque entière de la nébuleuse, à $\frac{1}{700}$ près, qui marche ainsi dans l'espace, d'orbite en orbite, pour se réunir au centre. A cela s'ajoute une autre cause qui agit exactement de la même manière, à savoir la résistance des matériaux qui traversent incessamment l'espace en tombant à peu près directement vers le Soleil et de presque tous les côtés. Il est d'ailleurs évident que cette double et continuelle contraction des orbites s'opérera sans altérer en rien le sens de la rotation des planètes ni le sens de la circulation de leurs satellites.

» Quant aux distances des planètes au Soleil ou des satellites à leur planète, rien n'empêche qu'elles se trouvent aujourd'hui hors des limites posées par Laplace; il n'est plus question, en effet, de faire intervenir ici le jeu de la force centrifuge pour produire les uns aux dépens des autres.

» Nous avons supposé que le Soleil absorbait *tout* ce qui n'était pas engagé dans la circulation des anneaux voisins de l'équateur primitif. Il n'en saurait être tout à fait ainsi. Une partie des nébulosités superficielles, surtout vers les pôles, animées d'impulsions latérales très faibles par diverses causes et décrivant autour du centre des ellipses très allongées, auront pu traverser les régions centrales sans s'y arrêter. Échappées à l'agglomération où s'est formé plus tard le Soleil, elles ont pourtant subi son action à plusieurs reprises et auront continué à décrire des trajectoires allongées, variables de forme et de position, dont le terme final sera une ellipse ayant son foyer là où l'ellipse primitive avait son centre. Sans doute se présente ici la difficulté du rétrécissement si rapide qu'ont subi

les orbites circulaires; mais, comme ces parcelles se meuvent dans des ellipses allongées, atteignant ou même dépassant les limites de la nébuleuse, elles ont dû échapper presque complètement à cet effet, puisqu'une partie de leurs orbites se trouvaient, dès l'origine, en dehors de la région où la masse se déplace. La durée de la révolution a dû rester très considérable et se compter par milliers d'années, comme dans les premiers temps. Quant au sens du mouvement, il sera indifféremment direct ou rétrograde; l'inclinaison des plans des orbites sur l'équateur primitif sera quelconque; en un mot, ce sera le monde des comètes, qui appartient si visiblement au système solaire, bien que l'hypothèse de Laplace soit forcée de les en exclure.

» Quoi qu'il en soit de ce point délicat, notre système est devenu stable à partir du moment où la partie de la nébuleuse non engagée dans les planètes s'est entièrement absorbée dans le Soleil. Le vide a été fait partout, comme autonr des étoiles simples ou doubles que l'on voit sur un ciel noir. Il reste à dépenser l'énergie transformée en chaleur; mais celle qui a conservé la forme de mouvement restera.

» Cette conservation n'est pourtant pas absolue. Les attractions provoquent dans tous ces corps des tiraillements internes qui produisent un peu de chaleur. Les masses cométaires, en passant près du Soleil, se décomposent en traînées nébuleuses comme par un retour à leur origine; celles-ci vont choquer des planètes et y engendrent de la lumière et de la chaleur. Ainsi s'efface peu à peu une partie de la provision d'énergie mécanique, mais ce n'est plus qu'une faible image du passé.

» Il resterait à revenir sur le point de départ, cette mystérieuse dissémination de la matière obscure qui renferme en puissance tant de merveilles; mais ce doit être là le terme infranchissable que l'on rencontre dans toutes les questions d'origine. Toutefois la possibilité n'est pas à nier : la force répulsive du Soleil, que j'ai attribuée à l'action des surfaces incandescentes et où d'autres astronomes voient le jeu des forces électriques, produit *sous nos yeux,* dans la matière déjà si divisée des comètes, mais en miniature, une dissémination toute pareille.

» Je demande pour ce rapide exposé l'indulgence de l'Académie, car je sens combien il est loin de l'incomparable précision qu'on admire dans l'hypothèse de Laplace. Depuis que celle-ci a été formulée, les deux Herschel, avec leurs puissants télescopes, les astronomes américains, avec leurs gigantesques lunettes, nous ont appris à mieux lire dans le ciel; l'analyse spectrale et la Thermodynamique ont été créées; enfin Laplace n'a

pas connu des conditions nouvelles que l'observation vient de nous révéler jusque dans ces derniers temps : j'ai cru que le moment était venu d'essayer de faire entrer tout cela en ligne de compte. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques*. Note de M. **Hermite**.

« Considérons, pour obtenir la valeur de $x+iy$, l'expression $\frac{\zeta'+i(\gamma\zeta+\alpha)}{2(\zeta-\delta)}$, qui en représente la dérivée logarithmique. C'est une fonction doublement périodique de la variable u, ayant pour pôles, d'une part $u=i\mathrm{K}'$ et de l'autre les racines de l'équation $\zeta-\delta=0$. Mais des deux solutions $u=\pm\omega$ qu'on en tire, une seule est en effet un pôle, comme le montre la relation $\zeta'^2+(\gamma\zeta+\alpha)^2=2\beta(\zeta-\delta)(1-\zeta^2)$, d'où l'on déduit

$$\zeta'=\pm i(\gamma\delta+\alpha),$$

en faisant $\zeta=\delta$. Il en résulte que, si nous prenons pour $u=\omega$ la valeur $\zeta'=+i(\gamma\delta+\alpha)$, on aura $\zeta'=-i(\gamma\delta+\alpha)$ pour $u=-\omega$, la dérivée changeant de signe avec la variable. En même temps on voit que le résidu de la fonction qui correspond au pôle $u=\omega$ est $+n$; le résidu relatif à l'autre pôle $u=i\mathrm{K}'$ est donc $-n$ et, par la décomposition en éléments simples, nous obtenons

$$\frac{\zeta'+i(\gamma\zeta+\alpha)}{2(\zeta-\delta)}=\frac{1}{n}\left[\lambda-\frac{\Theta'(u)}{\Theta(u)}+\frac{\mathrm{H}'(u-\omega)}{\mathrm{H}(u-\omega)}\right].$$

La constante λ se détermine en supposant $u=0$ ou $\zeta=a$, ce qui donne immédiatement

$$\lambda=\frac{in(a\gamma+\alpha)}{a-\delta}+\frac{\mathrm{H}'(\omega)}{\mathrm{H}(\omega)},$$

et l'expression cherchée se conclut de la relation

$$\mathrm{D}_s\log(x+iy)=\frac{1}{n}\mathrm{D}_u\log(x+iy)=\frac{1}{n}\left[\lambda-\frac{\Theta'(u)}{\Theta(u)}+\frac{\mathrm{H}'(u-\omega)}{\mathrm{H}(u-\omega)}\right]$$

au moyen d'une fonction doublement périodique de seconde espèce :

$$x+iy=(x_0+iy_0)\frac{\Theta(0)\mathrm{H}(\omega-u)e^{\lambda u}}{\Theta(u)\mathrm{H}(\omega)}.$$

Dans cette formule, x_0 et y_0 désignent les valeurs que prennent x et y pour

$u=0$; elles sont liées par l'équation

$$\beta(x_0^2+y_0^2)=2(a-\delta)$$

et ne contiennent, par conséquent, qu'une seule indéterminée. En y joignant les constantes z_0, s_0 et δ, on a donc quatre quantités arbitraires dans l'expression générale des coordonnées de l'élastique. A l'égard de δ, nous avons vu que sa valeur doit rester comprise entre b et c; de là résulte que $\mathrm{sn}^2\omega$, déterminé par la formule $\mathrm{sn}^2\omega=\frac{a-\delta}{a-b}$, a pour limites 1 et $\frac{1}{k^2}$. On peut écrire par suite $\omega=\mathrm{K}+iv$, v étant réel, et poser

$$x+iy=(x_0+iy_0)\frac{\Theta(0)\mathrm{H}_1(iv-u)e^{\lambda u}}{\Theta(u)\mathrm{H}_1(iv)}.$$

Changeons i en $-i$, ce qui change λ en $-\lambda$, on aura

$$x-iy=(x_0-iy_0)\frac{\Theta(0)\mathrm{H}_1(iv+u)e^{-\lambda u}}{\Theta(u)\mathrm{H}_1(iv)},$$

et ces relations, jointes à celle qui a été précédemment obtenue, à savoir :

$$n(z-z_0)=\left[a-(a-c)\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}}\right]u+(a-c)\frac{\Theta'(u)}{\Theta(u)},$$

donnent la solution complète de la question proposée.

» XXVI. Les expressions des rayons de courbure et de torsion, R et r, se calculent facilement, sans qu'il soit besoin d'employer les valeurs des coordonnées, et comme conséquence immédiate des équations différentielles

$$\begin{aligned}
y'z''-y''z'&=\alpha x'+\beta y,\\
z'x''-z''x'&=\alpha y'-\beta x,\\
x'y''-x''y'&=\alpha z'+\gamma.
\end{aligned}$$

» On trouve, en effet, après les réductions qui s'offrent d'elles-mêmes,

$$\begin{aligned}
\frac{1}{\mathrm{R}^2}&=(\alpha x'+\beta y)^2+(\alpha y'-\beta x)^2+(\alpha z'+\gamma)^2\\
&=2\beta(\zeta-\delta)+\gamma^2-\alpha^2=2\beta[a-\delta-(a-b)\,\mathrm{sn}^2 u]+\gamma^2-\alpha^2,
\end{aligned}$$

puis

$$\begin{vmatrix} x' & x'' & x''' \\ y' & y'' & y''' \\ z' & z'' & z''' \end{vmatrix}=\alpha\beta(\zeta-\delta)-\beta(\alpha\delta+\gamma)+\alpha(\gamma^2-\alpha^2),$$

et, par conséquent,

$$\frac{1}{r} = \frac{\alpha\beta(\zeta-\delta) - \beta(\alpha\delta+\gamma) + \alpha(\gamma^2-\alpha^2)}{2\beta(\zeta-\delta)+\gamma^2-\alpha^2}.$$

Cette expression du rayon de torsion conduit naturellement à envisager le cas particulier où elle devient indépendante de ζ et a la valeur constante $r = \frac{2}{\alpha}$. La condition à remplir à cet effet étant

$$2\beta(\alpha\delta+\gamma) - \alpha(\gamma^2-\alpha^2) = 0,$$

je remarque que, en remplaçant l'indéterminée ζ par $-\frac{\gamma}{\alpha}$, dans l'égalité

$$2\beta(\zeta-\delta)(1-\zeta^2) - (\gamma\zeta+\alpha)^2 = -2\beta(\zeta-a)(\zeta-b)(\zeta-c),$$

le résultat peut s'écrire ainsi :

$$(\gamma^2-\alpha^2)[2\beta(\alpha\delta+\gamma) - \alpha(\gamma^2-\alpha^2)] = 2\beta(\gamma+a\alpha)(\gamma+b\alpha)(\gamma+c\alpha),$$

par où l'on voit que l'une des racines a, b, c est alors égale à $-\frac{\gamma}{\alpha}$. Mais notre condition donne

$$\delta + \frac{\alpha^2-\gamma^2}{2\beta} = -\frac{\gamma}{\alpha};$$

ainsi l'on doit poser

$$\delta + \frac{\alpha^2-\gamma^2}{2\beta} = a, b \text{ ou } c,$$

et voici la conséquence remarquable qui résulte de là. Nous avons trouvé tout à l'heure

$$\frac{1}{R^2} = 2\beta[a-\delta-(a-b)\,\mathrm{sn}^2 u] + \gamma^2 - \alpha^2,$$

ou plutôt

$$\frac{1}{R^2} = 2\beta\left(a-\delta-\frac{\alpha^2-\gamma^2}{2\beta}\right) - 2\beta(a-b)\,\mathrm{sn}^2 u;$$

or cette expression montre que le premier cas, où l'on suppose

$$\delta + \frac{\alpha^2-\gamma^2}{2\beta} = a,$$

doit être rejeté, comme conduisant à une valeur négative pour R^2. Mais les deux autres peuvent avoir lieu et donnent successivement, en employant la valeur du module $k^2 = \frac{a-b}{a-c}$,

$$\frac{1}{R^2} = 2\beta(a-b)\,\mathrm{cn}^2 u,$$

$$\frac{1}{R^2} = 2\beta(a-c)\,\mathrm{dn}^2 u.$$

» Le rayon de courbure devient donc, comme les coordonnées elles-mêmes, une fonction uniforme de l'arc, en même temps que le rayon de torsion prend une valeur constante. Ces circonstances remarquables me semblent appeler l'attention sur la courbe qui les présente, mais ce serait trop m'étendre d'essayer d'en suivre les conséquences et je reviens à mon objet principal, en donnant une dernière remarque sur la formation des équations linéaires d'ordre quelconque dont les intégrales sont des fonctions doublement périodiques de seconde espèce, unipolaires [1].

» XXVII. Soit, comme au § XXII (p. 108), $f(u) = \frac{H'(0)\Theta(u+\omega)}{H(u)\Theta(\omega)} e^{\left[\lambda - \frac{\Theta'\omega}{\Theta\omega}\right]u}$; désignons par $f_i(u)$ ce que devient cette fonction quand on y remplace les quantités ω, λ par ω_i, λ_i, nommons enfin μ_i et μ'_i ses multiplicateurs. Si l'on pose

$$y = C_1 f_1(u) + C_2 f_2(u) + \ldots + C_n f_n(u),$$

l'équation différentielle linéaire d'ordre n, admettant cette expression analytique pour intégrale, se présente sous la forme suivante :

$$\begin{vmatrix} y & f_1(u) & f_2(u) & \ldots & f_n(u) \\ y' & f'_1(u) & f'_2(u) & \ldots & f'_n(u) \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ y^n & f^n_1(u) & f^n_2(u) & \ldots & f^n_n(u) \end{vmatrix} = 0.$$

» D'après cela, j'observe que, le déterminant étant mis sous la forme

$$\Phi_0(u) y^n + \Phi_1(u) y^{n-1} + \ldots + \Phi_n(u) y,$$

les coefficients $\Phi_i(u)$ sont des fonctions de seconde espèce, aux multiplicateurs $\mu_1 \mu_2 \ldots \mu_n$, $\mu'_1 \mu'_2 \ldots \mu'_n$, ayant le pôle $u = 0$, avec l'ordre de multiplicité $n+1$, sauf le premier $\Phi_0(u)$, où l'ordre de multiplicité est n. C'est ce que l'on voit immédiatement en retranchant la seconde colonne du déterminant de celles qui suivent, attendu que les différences $f_2(u) - f_1(u)$, $f_3(u) - f_1(u)$, ..., ainsi que leurs dérivées, ne sont plus infinies pour $u = 0$. Nous pouvons donc poser, comme je l'ai fait voir ailleurs (*Sur l'intégration de l'équation différentielle de Lamé*, dans le *Journal de M. Borchardt*,

---

[1] Notre éminent confrère, M. de Saint-Venant, a donné un travail important sur les flexions considérables des verges élastiques dans le *Journal de Mathématiques* de M. Liouville (t. IX, 1844), auquel je dois renvoyer; je citerai aussi, sur la même question, un Mémoire récemment publié par M. Adolph Steen, sous le titre : *Der elastike Kurve, og dens anvendelse i böjningstheorien*. Copenhague, 1879.

t. LXXXIX, p. 10),

$$\Phi_0(u) = \frac{G_0 H(u-a_1) H(u-a_2) \ldots H(u-a_n) e^{g_0 u}}{H^n(u)},$$

les quantités G_0, g_0, a_i étant des constantes, puis d'une manière semblable, pour les coefficients suivants :

$$\Phi_i(u) = \frac{G_i H(u-a_1^i) H(u-a_2^i) \ldots H(u-a_{n+1}^i) e^{g_i u}}{H^{n+1}(u)}.$$

Il en résulte qu'en décomposant en éléments simples les quotients $\frac{\Phi_i(u)}{\Phi_0(u)}$, qui sont des fonctions doublement périodiques de première espèce, on aura

$$\frac{\Phi_i(u)}{\Phi_0(u)} = \text{const.} + \frac{A_1 H'(u-a_1)}{H(u-a_1)} + \frac{A_2 H'(u-a_2)}{H(u-a_2)} + \ldots + \frac{A_n H'(u-a_n)}{H(u-a_n)} + \frac{A_0 H'(u)}{H(u)},$$

avec la condition

$$A_0 = -(A_1 + A_2 + \ldots + A_n).$$

C'est donc la généralisation du résultat trouvé au § XXI (p. 106) pour les équations du second ordre, et il est clair qu'on peut encore écrire

$$\frac{\Phi_i(u)}{\Phi_0(a)} = \text{coust.} + \frac{A_1 \operatorname{sn} a_1}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-a_1)} + \frac{A_2 \operatorname{sn} a_2}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-a_2)} + \cdots + \frac{A_n \operatorname{sn} a_n}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-a_n)}.$$

» La détermination des constantes $A_1, A_2, \ldots$, qui entrent dans ces expressions des coefficients de l'équation linéaire, par la condition que les solutions soient des fonctions uniformes, est une question difficile et importante, que je n'ai pas abordée au delà du cas le plus simple de $n = 2$; je me borne à donner la forme analytique générale de ces coefficients et à observer que, chacune des fonctions $f_i(u)$ contenant deux arbitraires, l'équation différentielle en renferme en tout $2n$. Les remarques que j'ai à présenter ont un autre objet, comme on va le voir. Je me suis attaché à cette circonstance que présente l'équation de Lamé, $y'' = (2k^2 \operatorname{sn}^2 u + h)y$, de ne contenir aucun point à apparence singulière; elle m'a paru donner l'indication d'un type spécial, à distinguer et à caractériser, de manière qu'on ait ses analogues, si je puis dire, pour un ordre quelconque. Introduisons donc la condition $\Phi_0(u) = \text{const.}$ pour amener la disparition des points à apparence singulière $u = a_1, a_2, \ldots, a_n$, et posons, à cet effet, les $n+1$ conditions

$$a_1 = 0, \quad a_2 = 0, \quad \ldots, \quad a_n = 0, \quad g_0 = 0.$$

» J'observerai, en premier lieu, que, dans ce type particulier d'équations, le nombre des arbitraires se trouve réduit à $2n-(n+1)$, c'est-à-dire à $n-1$. Je remarque ensuite que, les fonctions $\Phi_i(u)$ ayant toutes les mêmes multiplicateurs, ces multiplicateurs seront nécessairement l'unité, puisque l'une d'elles, $\Phi_0(u)$, est une constante. C'est dire qu'elles deviennent des fonctions doublement périodiques de première espèce, ayant pour pôle unique $u=0$, avec l'ordre de multiplicité maximum $n+1$. Nous avons, par conséquent, l'expression

$$\Phi_i(u)=a+b\frac{1}{\operatorname{sn}^2 u}+c\mathrm{D}_u\frac{1}{\operatorname{sn}^2 u}+\ldots+h\mathrm{D}_u^{n-1}\frac{1}{\operatorname{sn}^2 u},$$

que la considération suivante va nous permettre encore de simplifier.

» Et, d'abord, il résulte des expressions de $\Phi_0(u)$ et $\Phi_1(u)$, sous forme de déterminants, qu'on a, en général,

$$\Phi_1(u)=-\mathrm{D}_u\Phi_0(u).$$

La condition $\Phi_0(u)=\text{const.}$ donne donc

$$\Phi_1(u)=0,$$

et l'on voit que l'équation d'ordre n, analogue à celle de Lamé, a la forme

$$y^n+\Phi_2(u)y^{n-2}+\ldots+\Phi_n(u)y=0.$$

» Je ferai maintenant un nouveau pas en appliquant l'un des beaux théorèmes donnés par M. Fuchs, à savoir que le point singulier effectif $u=0$ doit être, dans le coefficient $\Phi_i(u)$, un pôle dont l'ordre de multiplicité ne dépasse pas i, pour que l'intégrale de l'équation différentielle soit une fonction uniforme de la variable. On a, en conséquence, les expressions suivantes des coefficients, en remplaçant u par $u+i\mathrm{K}'$, afin de nous rapprocher autant que possible de l'équation de Lamé :

$$\Phi_2(u)=\alpha_0+\alpha_1\operatorname{sn}^2 u,$$
$$\Phi_3(u)=\beta_0+\beta_1\operatorname{sn}^2 u+\beta_2\mathrm{D}_u\operatorname{sn}^2 u,$$
$$\Phi_4(u)=\gamma_0+\gamma_1\operatorname{sn}^2 u+\gamma_2\mathrm{D}_u\operatorname{sn}^2 u+\gamma_3\mathrm{D}_u^2\operatorname{sn}^2 u,$$
....

» La question de déterminer les constantes α_0, α_1, ..., de manière à réaliser complètement la condition que l'intégrale soit une fonction uniforme, offre, comme on le voit, beaucoup d'intérêt. Elle a fait le sujet des recherches d'un jeune géomètre du talent le plus distingué, M. Mittag-

Leffler, professeur à l'Université d'Helsingfors, et je vais exposer les résultats auxquels il est parvenu. »

MÉCANIQUE. — *De la compensation des températures dans les chronomètres.* Note de M. PHILLIPS (¹).

« Revenons maintenant au troisième terme du second membre de l'équation (21), lequel, ainsi que nous l'avons dit, entre dans l'erreur secondaire pour une part égale, en grandeur et en signe, à

$$-N\frac{\delta''-\delta'}{\gamma''-\gamma'}\theta_1^2\times 86400$$

par vingt-quatre heures, le signe — correspondant à une avance et le signe + à un retard.

» Afin de juger de l'importance de ce terme dans les différents cas, nous avons, en prenant la valeur ci-dessus de N relative à un spiral d'acier et les coefficients de dilatation déterminés par M. Fizeau, calculé le Tableau suivant pour diverses combinaisons de métaux pouvant former les lames bimétalliques :

TABLEAU I.

Métaux associés.	Valeurs de $\frac{\delta''-\delta'}{\gamma''-\gamma'}$.	Valeurs, pour $\theta_1=\pm 15°$, de $-N\frac{\delta''-\delta'}{\gamma''-\gamma'}\theta_1^2\times 86400$.
		s
Acier recuit et laiton..........	+ 0,00047	— 0,952
» or..............	— 0,00059	+ 1,195
» argent..........	+ 0,00015	— 0,304
» zinc............	— 0,00069	+ 1,398
» aluminium.......	+ 0,00044	— 0,891
Acier trempé (²) et laiton.......	— 0,00190	+ 3,847
» or..........	— 0,01300	+26,935
» argent.......	— 0,00210	+ 4,252
» zinc.........	— 0,00170	+ 3,443
» aluminium...	— 0,00085	+ 1,721

(¹) Voir *Comptes rendus*, séances des 8 et 15 mars 1880.

(²) En raison de la très grande difficulté des expériences relatives à l'acier trempé, M. Fizeau considère les coefficients de dilatation qu'il a déterminés pour cette substance comme douteux. On sait, du reste, que M. Fizeau a eu soin de marquer d'un astérisque, dans ses Tables, les cofficients lui paraissant les plus dignes de confiance.

Métaux associés.	Valeurs de $\frac{\delta'' - \delta'}{\gamma'' - \gamma'}$.	Valeurs, pour $\theta_1 = \pm 15^\circ$, de $-N \frac{\delta'' - \delta'}{\gamma'' - \gamma'} \theta_1^2 \times 86400$.
		s
Palladium et laiton............	+ 0,00047	− 0,952
» or...............	− 0,00090	+ 1,823
» argent............	+ 0,00008	− 0,162
» zinc.............	− 0,00075	+ 1,519
» aluminium........	+ 0,00043	− 0,870
Platine et laiton..............	+ 0,00047	− 0,952
» or................	− 0,00020	+ 0,405
» argent..............	+ 0,00021	− 0,425
» zinc................	− 0,00116	+ 2,344
» aluminium...........	+ 0,00044	− 0,891
Nickel ou cobalt et laiton.......	+ 0,00096	− 1,944
» or..........	+ 0,00011	− 0,223
» argent.......	+ 0,00051	− 1,033
» zinc........	− 0,00062	+ 1,256
» aluminium...	+ 0,00073	− 1,479
Or et aluminium....	+ 0,00084	− 1,701

» Passons maintenant au deuxième terme entre parenthèses du second membre de l'équation (21), lequel dépend essentiellement du spiral et entre dans l'erreur secondaire pour une part, toujours en avance, égale à $N^2\theta_1^2 \times 86400$ par vingt-quatre heures. En supposant $N = \frac{9}{86400}$ pour un spiral d'acier et $\theta_1 = \pm 15^\circ$, on trouve que cette part est égale, dans ce cas, à $0^s,211$.

» Enfin, le premier terme entre parenthèses du second membre de l'équation (21) dépend essentiellement du spiral et entre dans l'erreur secondaire pour une part égale à $N'\theta_1^2 \times 86400$ par vingt-quatre heures. Si l'on admettait, pour un spiral d'acier, la valeur de N' indiquée plus haut, cette part correspondrait, comme on l'a vu, pour un pareil spiral, à un retard de 2 à 3 secondes par vingt-quatre heures. Mais des expériences plus précises nous paraîtraient nécessaires pour déterminer N'.

» Nous croyons, d'après ce qui précède, qu'*en dehors de la forme et des dimensions du balancier deux éléments principaux, savoir : 1° le spiral et surtout sa nature, et 2° la nature des métaux qui, associés, forment les lames bimétalliques, exercent une influence très notable sur l'erreur secondaire*. Nous pensons donc que, afin de réduire celle-ci le plus possible, il serait utile que les constructeurs essayent, au point de vue de la compensation et pour chaque type de balancier, les diverses substances métal-

liques pouvant former d'une part les spiraux et d'autre part les lames bimétalliques. Outre l'acier, on pourrait tenter, pour les spiraux, l'alliage de palladium, dont des spiraux, fabriqués à Genève, figuraient à l'Exposition universelle de 1878, le bronze d'aluminium, le nickel, le cobalt, le maillechort, etc. On pourrait essayer, pour les lames bimétalliques, entre autres, les diverses substances métalliques comprises dans le Tableau I, en se guidant d'après les nombres de la troisième colonne et en observant que tous ces nombres changent dans un même rapport avec le spiral.

» Nous avons supposé dans ce qui précède que le spiral reste isochrone malgré les changements de température. Pour cela il est une précaution utile à prendre, que j'ai indiquée dans mon Mémoire sur le spiral réglant (*Annales des Mines*, 1861) et que M. Yvon Villarceau a aussi établie à un autre point de vue : elle consiste à relier le spiral à l'axe par une pièce du même métal que lui-même.

» Rappelons, en outre, que tout ce qui précède suppose expressément que, pour chaque lame bimétallique, les épaisseurs des deux lames partielles sont en raison inverse des racines carrées des coefficients d'élasticité correspondants. A ce sujet, il nous a paru utile de résumer, dans le Tableau suivant, les coefficients d'élasticité des principaux corps métalliques, susceptibles d'être employés pour balancier ou pour spiral, tels que nous les avons déterminés d'après les formules de la théorie du spiral réglant (*Annales des Mines*, t. XV, 1869) :

TABLEAU II.

Substances.	Coefficients d'élasticité.
Acier	$20,5 \times 10^9$
Palladium	$14,4 \times 10^9$
Alliage de palladium de Genève (¹)	$13,8 \times 10^9$
Platine	$19,1 \times 10^9$
Nickel	$23,2 \times 10^9$
Cobalt	$21,6 \times 10^9$
Laiton	$11,4 \times 10^9$
Or	$8,4 \times 10^9$
Argent	$7,5 \times 10^9$
Zinc	$9,7 \times 10^9$
Aluminium	$7,8 \times 10^9$
Bronze d'aluminium	$13,6 \times 10^9$

(¹) Ce coefficient a été déterminé, au moyen des formules de la théorie du spiral réglant, par M. Grossmann, directeur de l'École d'horlogerie du Locle.

» A l'appui de la théorie précédente, je citerai quelques faits. Vers la fin de 1878, j'eus l'occasion de dire à M. Ekegrén, l'habile constructeur de chronomètres de Genève, l'influence que doit exercer sur l'erreur secondaire la nature des métaux employés pour les spiraux et pour les lames bimétalliques. Je lui dis aussi qu'il serait possible que les nouveaux spiraux en alliage de palladium, qui avaient figuré à l'Exposition universelle de cette année et qui étaient recommandés de préférence à ceux d'acier, au double point de vue de leur résistance à l'oxydation et à l'état magnétique, eussent en outre l'avantage de réduire l'erreur secondaire de la compensation. L'attention ayant été portée sur ce point, des observations suivies ont eu lieu, et j'ai reçu en novembre dernier, de M. Ekegrén, un état de seize chronomètres, munis de spiraux en alliage de palladium, ayant obtenu des bulletins de première classe à l'Observatoire de Genève et dont le résultat moyen était un *retard* de $0^s,39$ par vingt-quatre heures, aux températures extrêmes, par rapport à la marche à la température moyenne. En même temps, je recevais de M. Ekegrén un autre état de vingt-quatre chronomètres munis de spiraux d'acier et ayant été soumis aux mêmes épreuves, à peu près aux mêmes époques et dans les mêmes conditions de température. Pour ces derniers, le résultat moyen était un *retard* de $1^s,38$ par vingt-quatre heures, aux températures extrêmes, par rapport à la marche à la température moyenne.

» Je citerai encore, à ce sujet, les résultats obtenus dans ces derniers temps par M. Th. Leroy aux Concours du Dépôt de la Marine. Ses chronomètres n°s 493 et 495, munis chacun d'un spiral en alliage de palladium, ont été classés premiers à deux des Concours de 1879, et le n° 495 a obtenu la prime de cette année. Le résumé des résultats relatifs à la compensation a été le suivant :

» Pour le n° 493, l'écart maximum a été un *retard* de $1^s,14$, au chaud, sur la marche à la température moyenne, et l'écart moyen a été un *retard* de $0^s,18$, aux températures extrêmes, par rapport à la marche à la température moyenne.

» Pour le n° 495, l'écart maximum a été une *avance* de $0^s,81$, au froid, sur la marche à la température moyenne, et l'écart moyen a été une *avance* de $0^s,25$, aux températures extrêmes, par rapport à la marche à la température moyenne.

» Enfin, je citerai encore les résultats obtenus dernièrement par M. Callier, mon collaborateur dans les expériences que nous poursuivons sur ces questions.

» Son chronomètre n° 701, muni d'un spiral en alliage de palladium, lui a donné les résultats suivants :

» L'écart maximum a été une *avance* de $0^s,9$ au chaud sur la marche à la température moyenne, et l'écart moyen a été une *avance* de $0^s,6$ aux températures extrêmes sur la marche à la température moyenne.

» Son chronomètre n° 580, muni d'un spiral en bronze d'aluminium, lui a donné les résultats suivants :

» L'écart maximum a été un *retard* de $0^s,7$ au chaud sur la marche à la température moyenne, et l'écart moyen a été un *retard* de $0^s,2$ aux températures extrêmes sur la marche à la température moyenne.

» Enfin, son chronomètre n° 606 (¹), muni d'un spiral d'acier, mais d'un balancier à lames bimétalliques de palladium et de laiton associés, lui a donné les résultats suivants :

» L'écart maximum a été une *avance* de $1^s,1$ au chaud sur la marche à la température moyenne, et l'écart moyen a été une *avance* de 1^s aux températures extrêmes sur la marche à la température moyenne.

» Il est nécessaire de faire quelques réserves au sujet de ce dernier chronomètre, qui éprouve quelquefois, sans cause appréciable, certaines irrégularités de marche, qui sont peut-être dues à un défaut d'homogénéité du palladium ou à quelques pailles qui paraissent y exister. Les résultats ci-dessus se rapportent d'ailleurs à des périodes de marche régulières. Il est évident, du reste, qu'il faut, dans chaque cas, un nombre suffisant d'expériences pour être fixé sur l'avantage de tel métal pour spiral ou de telle combinaison de métaux pour lame bimétallique. Mais, dès à présent, il m'a paru intéressant de faire connaître les résultats des premiers essais tentés dans une voie nouvelle.

» C'est grâce à l'obligeance de M. Sainte-Claire Deville que nous avons pu nous procurer tous les corps métalliques destinés à nos expériences. Je tiens à lui en témoigner tous mes remercîments. »

CHIMIE. — *Sur le tritoxyde d'argent;* par M. **Berthelot.**

« 1. On sait que l'électrolyse de l'azotate d'argent donne naissance à un composé particulier, observé d'abord par Ritter (1804), puis par Grotthus,

(¹) Le chronomètre n° 606 de M. Callier a un balancier de son système, à lames bimétalliques rectilignes.

et qui a été l'objet des études de divers chimistes et physiciens. Regardé à l'origine comme un simple bioxyde d'argent, il contient aussi les éléments de l'acide azotique, reconnus depuis. C'est ce composé que j'ai soumis à un nouvel examen, dans le cours de mes recherches sur l'action réciproque de l'eau oxygénée et de l'oxyde d'argent; le peroxyde dont il dérive jouant un rôle essentiel dans cette réaction.

» 2. Je l'ai préparé au moyen d'une pile de 4 éléments Bunsen, agissant sur l'azotate d'argent dissous dans 10 parties d'eau, les liquides des deux pôles étant réparés au moyen d'un vase poreux. Dans l'espace de vingt-quatre heures, j'ai obtenu plusieurs grammes du composé. Je l'ai agité un instant avec de l'eau pure, pour le priver d'eau mère, puis séché très rapidement sur du papier buvard, par simple contact et sans pression.

» 3. Le composé se présente sous la forme de grosses aiguilles noires, lamelleuses, épaisses, striées, brillant d'un aspect métallique. Mais les cristaux du composé argentique ne subsistent sous cette forme que pendant peu de temps. Le corps, abandonné à lui-même, soit à l'état pur, soit au sein de la liqueur où il s'est formé, ne tarde pas à se décomposer. Les grosses aiguilles primitives tombent en morceaux, suivant certains clivages, en perdant leur éclat; puis ces morceaux se réduisent, d'eux-mêmes et peu à peu, en une poudre noire et amorphe. Cette transformation s'opère avec dégagement d'oxygène; elle a lieu même à froid, le corps étant à l'état de décomposition continue. Elle s'accélère avec l'élévation de la température et elle devient explosive un peu au-dessus de 100°. Les lavages la précipitent également, l'eau enlevant peu à peu de l'azotate d'argent.

» 4. Voici une expérience exécutée sur $1^{gr},089$ de matière. Celle-ci était contenue dans un petit tube, rempli au préalable de gaz carbonique, renfermant un thermomètre, et disposé presque à frottement dans un tube de verre mince, ce dernier étant échauffé au sein d'un bain de paraffine La température du bain étant 112°, celle du thermomètre intérieur 103°, la décomposition s'est accélérée brusquement, avec projections et production explosive de gaz oxygène. Le thermomètre intérieur s'est élevé jusqu'à 163°: signe d'un grand dégagement de chaleur, surtout si l'on remarque combien la masse du corps décomposé ($0^{gr},08$ environ réduite en eau) était faible, comparativement à celle du thermomètre, du tube et des autres corps environnants. En même temps, toute la masse s'est changée en une poudre noire impalpable. Le volume de l'oxygène dégagé, d'après son dosage exact, était de 67^{cc}. Cet oxygène est toujours accompagné par un peu d'eau. La masse, traitée par l'acide sulfurique étendu et chaud, a dégagé

encore $3^{cc},2$ d'oxygène et s'est dissoute complètement, sans résidu d'argent métallique, mais en formant du sulfate d'argent et de l'acide azotique. Une masse analogue, obtenue dans une autre expérience de décomposition, a été traitée par l'eau, à laquelle elle a cédé de l'azotate d'argent, en laissant de l'oxyde insoluble. Quand l'oxyde retient un excès d'oxygène et qu'on le traite à froid par l'acide azotique, il forme d'abord une solution ou émulsion brune, analogue à celle du sesquioxyde d'argent.

» 5. L'analyse du composé, très récemment préparé, a fourni :

	Analyse.	Formule.
Ag	76,5	76,3
O (1) excédant	8,9	9,0
HO (2)	1,3	1,3
Az (3)	1,9	2,0
O (de AgO et AzO^6Ag)	11,4	11,4
	100,0	100,0

» Ainsi le composé répond à la formule : $4AgO^3$, AzO^6Ag, HO.

» 6. A mesure qu'on s'éloigne du moment de la préparation, la dose d'argent s'accroît, comme je l'ai vérifié ; la composition du corps se rapprochant de celle qui répondrait à $AzO^6Ag + 4AgO$, lequel fournirait : Ag = 85,1 Az = 2,2; O excédant nul.

» Cette décomposition lente explique les résultats observés par les savants qui ont étudié précédemment le composé. M. Fischer (4), qui avait séché le corps à 35°, a obtenu Ag = 78,9; M. Mahla (5), qui avait purifié son corps par un lavage prolongé (autre cause d'altération), a trouvé Ag = 81,2. Les doses d'oxygène excédant qu'ils ont déterminées, l'un par différence, l'autre au moyen de l'acide oxalique, se sont élevées seulement à 6,1 pour le premier, à 5,0 pour le second ; au lieu de 8,9 que j'ai obtenu effectivement, sous forme gazeuse et en nature, sans échauffer le corps au-dessus de 112°. C'est en raison de cette perte d'oxygène que le corps avait été représenté jusqu'ici par du bioxyde d'argent associé à l'azotate.

(1) C'est l'oxygène qui excède la composition de l'oxyde d'argent et de l'azotate. Il a été dosé en volume, au moyen du pyrogallate de potasse, après avoir été dégagé comme il a été dit, et privé d'acide carbonique.

(2) Recueillie dans un tube à ponce sulfurique.

(3) Dosé en volumes, en décomposant le corps par le cuivre métallique.

(4) *Journal für prakt. Chemie*, t. XXXIII, p. 237.

(5) *Annalen der Chemie und Pharm.*, t. LXXXII, p. 295; 1852.

» 7. En réalité, c'est un tritoxyde qui est uni à l'azotate d'argent

$$4AgO^3, AzO^6Ag, HO,$$

ou plus probablement le sel d'argent d'un acide argento-azotique

$$(4AgO^3, AzO^5), AgO + HO,$$

acide complexe, analogue aux acides phosphomolybdiques $5MO^3, PO^5$ et $20MO^3, PO^5$ de M. Debray (1) et aux acides silicotungstiques de M. de Marignac.

» La réalité de telles combinaisons et leur vrai caractère avaient été méconnus jusqu'à ces dernières années.

» 8. Elle implique ici un générateur plus simple, le tritoxyde d'argent, AgO^3 ou Ag^2O^6, non isolé jusqu'à présent. Ce corps est probablement identique avec le dérivé du sesquioxyde d'argent et de l'eau oxygénée : $Ag^2O^3 + 3HO^2$ ou plutôt $Ag^2O^6 + 3HO$, dont j'ai admis l'existence transitoire dans ma Note précédente; lequel paraît être le point de départ de la décomposition continue de l'eau oxygénée au contact de l'oxyde d'argent, ou de l'argent lui-même. »

CHIMIE. — *Observations sur la décomposition du permanganate de potasse par l'eau oxygénée;* par M. **Berthelot**.

« 1. Cette réaction est des plus singulières : en effet, les deux composés, mis en présence dans une liqueur fortement acide, se décomposent réciproquement et perdent tout leur oxygène actif, en étant ramenés l'un et l'autre à l'état de protoxyde (2). La découverte de ce fait intéressant, due à M. Brodie, a donné lieu à des théories diverses sur la polarité réciproque des atomes. Je me bornerai à montrer que la réaction du permanganate de potasse sur l'eau oxygénée est due, comme la plupart des réactions de ce

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 715.

(2) Dans des liqueurs neutres ou alcalines, la décomposition est moins simple, l'eau oxygénée étant détruite, tandis que l'acide permanganique est réduit à l'état de bioxyde, ou plutôt d'un oxyde intermédiaire. La formation d'un tel oxyde s'explique par ce que le protoxyde, n'étant pas changé en sel par la présence d'un acide, demeure uni avec une portion de l'oxygène. Le peroxyde de manganèse détermine d'ailleurs la décomposition continue de l'eau oxygénée, en vertu de quelque mécanisme analogue à celui qui préside à la réaction de la baryte et des alcalis peroxydés, d'après l'une de mes Notes précédentes.

genre, à la formation d'un composé instable, composé dont la destruction spontanée explique le dégagement d'oxygène consécutif.

» 2. Le point de départ de mes essais est tiré d'une expérience remarquable de notre confrère, M. P. Thenard, expérience publiée en 1872 [1], et sur laquelle il n'est pas revenu depuis. C'est ce qui m'autorise à en parler aujourd'hui, me trouvant amené à cette recherche par mes propres études sur l'eau oxygénée. L'expérience consiste à mêler l'eau oxygénée et le permanganate, en solutions acides, au sein d'un mélange réfrigérant : le mélange se décolore aussi bien qu'à la température ordinaire, mais avec cette différence que l'oxygène ne se dégage pas, tant que la liqueur demeure refroidie. Voici quelques détails plus circonstanciés.

» 3. Je prends une dissolution de permanganate de potasse, contenant 20^{gr} de ce sel par litre, et je la mélange peu à peu avec son volume d'une solution d'acide sulfurique de densité égale à 1,737 ($SO^4H + 3HO$ à peu près), en évitant tout échauffement notable.

» La liqueur se conserve pendant quelques heures sans altération sensible [2]. Elle peut être refroidie à -12° et au-dessous, sans se congeler.

» J'ai aussi remplacé, dans le même but, l'acide sulfurique par l'acide azotique pur, $AzO^6H + 4HO$, bien exempt d'acide nitreux. La liqueur obtenue résiste également à la congélation.

» D'autre part, j'ai pris une liqueur renfermant $5^{gr},3$ d'eau oxygénée au litre, avec une trace d'acide sulfurique ($0^{gr},15$ par litre). J'ai encore opéré avec une autre liqueur contenant $3^{gr},5$ d'eau oxygénée, avec une trace d'acide chlorhydrique ($0^{gr},009$ par litre). L'une et l'autre ont été mélangées séparément : d'un côté avec leur volume de l'acide sulfurique précédent ($SO^4H + 3HO$), d'un autre côté avec leur volume d'acide azotique pur ($AzO^6H + 4HO$).

» Toutes ces liqueurs sont placées dans des ballons séparés, au sein d'un grand mélange réfrigérant, et refroidies jusqu'à ce que leur température intérieure ait atteint -12°. A ce moment, on prélève un certain volume de la solution d'eau oxygénée, on le place dans un ballon séparé, puis on y verse, d'abord rapidement, puis goutte à goutte, la solution refroidie du permanganate (renfermant le même acide que la solution d'eau oxygénée), jusqu'à ce que celle-ci cesse de se décolorer. On a aussi opéré

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 177; 1872.

(2) Au bout d'un jour, l'acide permanganique est changé en sulfate manganique. Le mélange de permanganate et d'acide azotique dépose de même de l'oxyde manganique.

les mélanges dans un ordre inverse. Dans tous les cas, le mélange se décolore, lorsqu'il est fait dans des proportions telles que les deux composants, eau oxygénée et acide permanganique, renferment la même dose d'oxygène disponible [1]. Cette décoloration a lieu, *sans qu'il se produise d'effervescence*. Si le ballon est retiré du mélange réfrigérant, il ne tarde pas à s'y développer une vive ébullition. La liqueur, une fois ramenée à la température ordinaire, n'agit plus ni sur le permanganate de potasse, ni sur l'iodure de potassium, ni sur l'acide sulfureux. Elle retient cependant encore une dose notable d'oxygène dissous, qui se dégage par l'agitation, à la façon d'un gaz en solution sursaturée.

» 4. Il résulte de ces faits que la réaction du permanganate de potasse sur l'eau oxygénée, dans des liqueurs fortement acides, donne naissance à un *composé incolore*, stable à — 12° dans le milieu où il s'est produit, mais qui se détruit en dégageant de l'oxygène, dès qu'il est ramené à la température ordinaire. Les deux composants le forment suivant une proportion telle qu'*ils contiennent l'un et l'autre la même dose d'oxygène actif*, et la *totalité* de cet oxygène devient libre pendant le réchauffement.

» 5. Quelle est la nature de ce composé instable et suroxydé? Dérive-t-il du manganèse? ou bien de l'acide étranger, c'est-à-dire de l'acide sulfurique? ou bien de l'eau oxygénée elle-même? Serait-ce tout simplement de l'ozone, qui demeurerait dissous à basse température? C'est ce que je vais examiner.

» 1° Le caractère incolore du composé et l'absence de recoloration des produits observés pendant la période de sa destruction paraissent exclure l'existence de tout composé suroxydé du manganèse. Un tel composé devrait d'ailleurs renfermer une dose d'oxygène double de celle de l'oxygène disponible de l'acide permanganique, $Mn^2O^7 + O^5$, proportion invraisemblable.

» 2° J'avais pensé d'abord à l'acide persulfurique. Cette conjecture paraissait confirmée par le fait que l'acide persulfurique, sans action sur le permanganate de potasse lorsqu'il est étendu, le décompose au contraire rapidement, lorsqu'il se trouve dissous dans l'acide sulfurique convenablement concentré, tel que $SO^4H + 3HO$. La destruction a lieu, même avec des liqueurs refroidies à — 12° : ce qui la rapproche des observations précédentes. Mais, en poussant plus loin la vérification, je m'aperçus que la décomposition de l'acide persulfurique par l'acide permanganique dans les mélanges réfrigérants est plus lente que celle de l'eau oxygénée. Les liqueurs formées avec

---

(1) C'est-à-dire l'eau oxygénée se résolvant en eau et oxygène, l'acide permanganique (en présence de l'autre acide) en sel de protoxyde de manganèse et oxygène.

l'acide persulfurique, une fois retirées du mélange réfrigérant, font effervescence comme les liqueurs d'eau oxygénée; mais, après avoir été ramenées à la température ordinaire, elles retiennent encore une dose notable d'acide persulfurique, susceptible de précipiter l'iode de l'iodure de potassium. La différence est rendue plus nette encore, si l'on étend les solutions refroidies avec 8 à 10 volumes d'eau pure mêlée de glace, ce qui en maintient la température vers 0°. De telles liqueurs, une fois diluées, ne retiennent aucune trace de composé oxydant, lorsqu'elles dérivent de l'eau oxygénée; tandis qu'elles en conservent, lorsqu'elles résultent de l'acide persulfurique. L'eau oxygénée ne devient donc pas acide persulfurique dans ces conditio n

» Cependant la similitude des réactions des deux systèmes porte à croire qu'il se forme dans les deux cas, avec une vitesse inégale d'ailleurs, un même composé instable, lorsque l'eau oxygénée et l'acide persulfurique, pris séparément, sont mélangés à l'acide permanganique, en présence d'une dose considérable d'acide sulfurique.

» J'ajouterai enfin que le même composé prend naissance en présence de l'acide azotique : ce qui exclut la nécessité d'une formation, même transitoire, d'acide persulfurique.

» 3° Les liqueurs contiennent-elles de l'ozone condensé, ou plutôt dissous? Le gaz qui s'en dégage possède en effet une forte odeur d'ozone; mais sa richesse n'est pas ce qu'exigerait cette hypothèse, car elle n'approche pas de celle de l'oxygène modifié par l'effluve. La formation de l'ozone semblerait d'ailleurs exiger que l'un des deux agents oxydants fournît deux fois plus d'oxygène que l'autre ($O^2 + O = Oz$), tandis que le permanganate et l'eau oxygénée concourent pour des doses égales d'oxygène.

» Disons enfin, ce qui est décisif, que l'ozone est à peu près insoluble dans l'eau. Cette question est controversée depuis longtemps. Pour l'éclaircir, j'ai fait barboter dans 10^{cc} d'eau un gaz renfermant 60^{mgr} d'ozone au litre; puis l'eau, transvasée à deux reprises pour la séparer de son atmosphère, a été agitée avec de l'éther, et l'on a ajouté un peu d'acide chromique : il ne s'est pas produit d'acide perchromique bleu : ce qui prouve l'insolubilité à peu près complète de l'ozone dans l'eau.

» 4° On est ramené ainsi à l'hypothèse d'un *tritoxyde d'hydrogène*, HO^3, résultant de l'oxydation de l'eau oxygénée par le permanganate de potasse, c'est-à-dire produit par une réaction régulière, inverse de celle de l'eau oxygénée sur les oxydes métalliques, et dans laquelle les deux substances concourent, chacune pour une dose égale d'oxygène,

$$Mn^2O^7 + 5HO^2 = 2MnO + 5HO^3,$$

le protoxyde de manganèse étant changé en sulfate par l'acide auxiliaire. Le tritoxyde d'hydrogène est analogue à divers suroxydes et acides métalliques, ainsi qu'au trisulfure d'hydrogène HS^3, déjà connu. La formation d'un tel composé me paraît l'interprétation la plus probable des faits observés; mais le corps formé dans les conditions précédentes est si instable, qu'il n'a pas été possible de l'isoler. »

ÉLECTRICITÉ APPLIQUÉE. — *Sur le réglage électrique de l'heure à Paris.* Note de M. **Tresca.**

« L'Académie a toujours prêté son attention aux applications scientifiques qui résolvent les problèmes d'intérêt public, et j'ai pensé que, à ce point de vue, le moment était venu de lui faire connaître l'état actuel des installations en cours d'exécution pour la distribution de l'heure exacte de l'Observatoire, aux différents cadrans des monuments de Paris et à ceux de la voie publique.

» L'étude des moyens à employer pour cet objet avait été précédemment commencée à diverses reprises, mais sans avoir été poursuivie jusqu'à l'exécution, et c'est seulement en 1875 que notre illustre confrère Le Verrier obtint de la préfecture de la Seine la nomination d'une Commission, qu'il était appelé à présider, et qui aurait pour mission de mener à bonne fin la solution pratique de cette intéressante question.

» A ce moment Le Verrier, avec la coopération de M. Wolf, l'un des astronomes les plus autorisés de l'Observatoire, venait d'installer la transmission électrique de l'heure de l'horloge des caves, aux différentes pendules des grands instruments.

» Dans la Commission dont il vient d'être parlé, il fut d'abord décidé qu'un régulateur de cet établissement serait mis en communication électrique avec une des pendules du Conservatoire, par un circuit qui reviendrait à son point de départ, où son action maintiendrait également, à la même seconde, un troisième régulateur, construit aux frais de la ville et placé à côté du premier. Le contrôle réciproque des deux cadrans devait servir à démontrer que les actions régulatrices ne cessaient pas de se faire sentir sur tout le parcours. Cette installation a immédiatement donné, entre les pendules des deux établissements, une concordance dont on fit profiter en même temps l'horloge de l'Administration des lignes télégraphiques et celle du Conseil municipal, au Luxembourg.

» Le Verrier s'intéressait beaucoup à cette expérience, et, lorsque sa di-

rection vint à nous faire défaut, nos collègues de la Commission, au nombre desquels plusieurs de nos confrères, MM. Becquerel, Breguet et du Moncel, qui la composaient avec M. Wolf et M. Baron, tinrent à honneur de continuer avec nous les études nécessaires pour la mise à exécution des moyens les plus propres à assurer sa solution pratique. Mes collègues voulurent bien me charger de remplacer Le Verrier dans les rapports de la Commission avec l'Administration de la ville de Paris, où nous avons rencontré, de la part de M. Alphand et de M. Huet, le même désir de doter notre capitale d'une distribution de l'heure, au moins équivalente à celle qui est déjà en service dans quelques grandes villes.

» L'horloge directrice, complètement indépendante de la pendule des caves, avait été tout d'abord maintenue à l'heure au moyen de l'addition, faite au balancier, d'une petite corbeille dans laquelle on pouvait introduire des poids variés, et ce fut Le Verrier lui-même qui les gradua de façon à pouvoir corriger, en vingt-quatre heures, la marche de l'horloge, mais aussi, et par un poids spécial, de manière à dominer, en une heure seulement, l'écart constaté au moment d'un vérification, faite chaque jour et régulièrement, à la même heure.

» La pendule astronomique de Berthoud, qui fait partie des collections de notre grand Observatoire, fut munie de cet accessoire indispensable et des contacts électriques nécessaires, par notre habile confrère M. Breguet, et le courant parti de l'Observatoire fut ainsi transmis et interrompu à chaque seconde dans la ligne aboutissant au Conservatoire, où il avait à actionner un seul électro-aimant, établi par M. Dumoulin-Froment, et dont l'impulsion devait régulariser l'isochronisme absolu du mouvement du pendule de l'horloge réceptrice, pour le rôle de laquelle un excellent régulateur de Jacob avait été choisi. On sait que ce mode de réglage, proposé par Foucault et par Froment, avait été réalisé par M. Vérité, horloger à Beauvais, puis amélioré par M. Wolf, à qui l'on doit d'avoir fait agir l'électro-aimant à la fin de chacune des oscillations simples du pendule.

» La Commission avait eu d'ailleurs à se prononcer sur les inconvénients que lui paraissaient présenter les simples cadrans électriques, ou tout autre système d'aiguilles indépendantes, manœuvrées à distance. Elle avait rejeté ce mode de transmission, qui se trouverait évidemment influencé par la moindre erreur de contact, tandis que le système que nous venons de décrire ne devait être aucunement mis en défaut par des interruptions, fussent-elles même prolongées pendant un temps assez long.

» D'un autre côté, M. Breguet a bien voulu munir un des régulateurs

de Lepaute, au Conservatoire, des mêmes dispositions, qui avaient parfaitement réussi sur celui de Berthoud, et cette pendule nous servit, pendant un certain temps, sous la conduite de M. Gustave Tresca, qui nous a utilement aidé dans toutes nos études et installations, à commander l'horloge de clocher du Conservatoire, qui a été également munie, par M. Vérité lui-même, d'un électro-aimant au-dessous de son pendule, exceptionnellement lourd, puisqu'il ne pèse pas moins de 35^{kg}. L'expérience a ainsi montré que ce mode de transmission, seconde par seconde, pourrait être appliqué en toute sûreté dans les différents cas analogues; mais cet essai, pour ne compromettre en rien l'expérience principale, a été fait isolément et d'une manière complètement indépendante du courant de l'Observatoire, au moyen d'une pile locale.

» Après plus d'une année de transmission tout à fait correcte, les expériences ayant paru suffisamment probantes à la Commission, le Conseil municipal de Paris, sur le Rapport de M. Viollet-le-Duc, a autorisé, conformément au projet qu'elle avait formulé avec les ingénieurs de la ville, une dépense de 80000^{fr} pour l'installation de douze centres horaires, à l'aide desquels on pourrait entretenir à l'heure, d'abord quarante cadrans environ, dans Paris, plus tard même un nombre beaucoup plus considérable.

» A cet effet, l'installation des horloges et des piles de l'Observatoire a été complètement organisée, grâce au concours de notre confrère M. l'amiral Mouchez, directeur de cet établissement, par les soins duquel l'horloge motrice est chaque jour entretenue à la véritable heure moyenne.

» Les différents horlogers qui s'occupent de transmissions électriques ayant été consultés dans une conférence spéciale, on a pu former une sorte de cahier des charges, auxquelles devraient satisfaire les premières horloges des centres horaires, disposées de manière à être réglées seconde par seconde, et à servir en même temps de points de départ pour la remise à l'heure des cadrans placés sous leur dépendance.

» M. Breguet a été chargé d'un premier réseau de ces centres horaires, au nombre de six, qui sont complètement installés et qui fonctionnent régulièrement depuis le 3 janvier sur les points suivants : porte extérieure de l'Observatoire, mairie du VIe arrondissement, place Saint-Sulpice; mairie du IIe arrondissement, rue de la Banque; presbytère, rue de la Trinité; école, près Saint-Philippe du Roule; école, près Saint-François-Xavier, et pavillon du Bureau des Ponts et Chaussées, place Denfert-Rochereau.

» Avec les installations accessoires, cela constitue aujourd'hui un réseau de treize horloges fonctionnant synchroniquement sur un parcours de

15^{km}, sans qu'aucune erreur de seconde y ait été relevée pendant un temps déjà considérable.

» Nous devons signaler toutefois une grave perturbation qui s'est produite le 10 février, dans les deux circuits, mais particulièrement dans celui de la Trinité. Les fils ont été coupés en divers points par la circulation des glaces dans les égouts et aussi, par suite de quelques faits d'imprudence, sans doute, la gutta-percha qui entoure le câble avait été fondue, en déterminant un contact de terre entre le câble et son enveloppe. Les horloges placées au delà des interruptions se sont trouvées livrées à elles-mêmes, ce qui n'aurait pu déterminer qu'une avance, résultant de leur réglage, de quelques secondes par jour, avance qu'il était très simple de corriger manuellement, en temps convenable, aussitôt qu'on aurait été informé de la rupture du courant. Au contraire, les horloges en communication avec le circuit actif ont éprouvé des variations de marche très différentes et se sont finalement arrêtées sous l'influence d'un courant permanent, aboutissant à la terre et résultant, soit des recherches faites sur les lignes pour reconnaître les points défectueux, soit aussi d'une communication fortuite, survenue à l'Observatoire même, entre les piles des deux lignes, sans passage par le régulateur type.

» Depuis lors, les enveloppes de plomb des câbles ont été mieux protégées, et le commutateur de départ a été modifié de manière à éviter ces accidents de rupture, qui nous avaient paru, *a priori*, bien peu à craindre.

» La station du Conservatoire a été d'ailleurs maintenue exactement à l'heure, par la suppression immédiate des contacts et la marche libre, jusqu'au moment où le circuit s'est trouvé de nouveau en état de fonctionner régulièrement.

» Les ressources accordées devant comprendre l'établissement de six autres centres horaires reliés par un fil d'un parcours un peu moindre, il va y être procédé, dans un très bref délai, après une nouvelle étude de la question et l'examen des nouvelles propositions faites. Ces six centres horaires, qui constitueront un réseau distinct, seront établis de manière à desservir tous les cadrans dont la remise à l'heure était comprise dans le projet primitif, et en particulier les vingt hôtels des différents arrondissements de la capitale, au moyen de la répartition suivante : mairie du Ve arrondissement, place du Panthéon; église Saint-Merry, considérée comme centre annexe de l'Hôtel-de-Ville; mairie du Xe arrondissement, faubourg Saint-Martin; mairie du XIe arrondissement, boulevard Voltaire; école voisine du boulevard Mazas, et Marché aux chevaux.

» Chaque horloge synchronisée est munie, sur la roue des heures, d'un contact spécial qui permet à une pile locale, de faible énergie, de faire fonctionner, chaque heure ou à des intervalles différents, suivant les cas, une batterie de relais ordinaires ou un relais multiple, dont la mise en action servira à faire fonctionner le système de remise à l'heure qui sera adopté pour chacune des horloges publiques, suivant son mode de construction.

» Chaque entrepreneur de remise à l'heure pourra employer, à l'utilisation des contacts de ces relais et au moyen de piles appropriées, un système spécial, dont il aura la complète disposition et l'entière responsabilité, mais seulement après un examen préalable qui en aurait démontré l'efficacité. C'est ainsi que les dispositions de MM. Collin, Fenon, Rédier ont été reconnues applicables à la plupart des horloges qu'il y a lieu de régulariser. Il ne paraît pas opportun de donner dès aujourd'hui des indications précises sur chacun de ces systèmes de remise à l'heure, qui sont mis en application en ce moment même, soit aux horloges de clocher les plus en vue, soit à quelques kiosques de voitures. Nous nous bornerons à dire seulement que, pour les horloges de précision, la préférence sera donnée aux systèmes qui n'exigeront aucun déréglage de la marche habituelle de la pièce à entretenir, ni aucune modification dans ses organes essentiels.

» Nous avons constaté que le public s'intéresse vivement à cette question; chacun met sa montre à l'heure devant les différents centres horaires, et il y a lieu de croire que l'intérêt ne sera pas moindre, en ce qui concerne les principaux cadrans des grandes voies publiques, qui seront facilement réglés de manière à ne donner lieu jamais à un écart de plus d'une minute.

» Les premières installations de remise à l'heure comprendront, outre les mairies : sur le premier réseau, les cadrans extérieurs de Saint-Eustache, la Bourse, Notre-Dame de Clignancourt; sur le second, Saint-Jacques-du-Haut-Pas, Palais-de-Justice, Saint-Gervais, Saint-Laurent, Saint-Vincent-de-Paul, Saint-Denis-de-la-Chapelle, Notre-Dame-de-la-Croix à Ménilmontant et Saint-Jean-Baptiste à Belleville.

» En résumé, le système employé se compose de deux éléments bien distincts : 1° un certain nombre de centres horaires, distribués sur deux réseaux télégraphiques, et formés de bonnes horloges qui marcheraient convenablement si elles étaient livrées à elles-mêmes, mais réglées avec un peu d'avance et dont la marche est régularisée, à chaque seconde, au-dessous du pendule ; 2° les horloges mêmes de la ville, conservées dans leur état actuel, mais entretenues à l'heure vraie, avec une exactitude dont

l'écart ne dépassera jamais une minute; leur nombre ira successivement en augmentant jusqu'à l'achèvement du travail.

» Pour des points plus isolés, l'Administration se propose aussi, mais exceptionnellement, de se servir du réseau principal des communications télégraphiques pour remettre à l'heure certaines horloges, en interrompant, à une heure une fois convenue, la circulation des dépêches pendant quelques minutes seulement, sur une partie de réseau peu fréquentée.

» La plupart de ces installations seront achevées dans le courant de cette année, et la ville de Paris se trouvera ainsi dotée de la plus importante distribution électrique de l'heure qui ait jamais été faite.

» Il était de notre devoir de faire connaître à l'Académie la part qui revient dans cette entreprise à la mémoire de notre illustre confrère Le Verrier. »

MÉMOIRES LUS.

Rapport fait à l'Académie sur les résultats obtenus, pendant la campagne de la Magicienne, *pour l'observation du passage de Mercure;* par M. l'amiral Serres.

« Les Cahiers mis aujourd'hui sous les yeux de l'Académie renferment les calculs et les développements annoncés dans la Note que j'ai eu l'honneur de lui présenter le 9 juin dernier.

» Le premier Cahier contient une étude sur le transport du temps. On y trouve le résumé des observations faites pendant la campagne de la *Magicienne*, au moyen des huit chronomètres confiés à M. Lemercier, lieutenant de vaisseau, et l'énumération des lieux dont les longitudes ont été déterminées ou vérifiées par cet officier. L'intérêt principal de la longue série d'observations poursuivies dans un réseau géographique si étendu naît de la constatation répétée d'un fait déjà signalé par M. l'ingénieur Gaspari, et qui peut se traduire comme il suit. Lorsqu'on passe rapidement d'une zone à une autre zone, dont la température est différente, la marche des chronomètres n'est pas modifiée, comme elle l'eût été si le passage avait été plus long; de telle sorte que, si dans une traversée la moyenne des influences thermales s'exerce dans un certain sens, les corrections faites dans le sens de ces influences sont un peu trop grandes; en d'autres termes, le changement de forme des organes de la montre, déterminé par une différence de température, est un phénomène lent qui a sans

doute pour cause la dilatation et la rétraction des métaux employés, mais qui est soumis aux effets d'une certaine inertie dont nous ne connaissons pas la nature, mais dont nous distinguons nettement les effets. M. le commandant Fleuriais se trouve en ce moment dans le Pacifique; il est muni d'un nombre de chronomètres suffisant pour faire des observations précises; il recommencera, dans les parages fréquentés par la *Magicienne*, des études analogues à celles qui avaient été confiées à M. Lemercier, et il sera intéressant de savoir si les résultats signalés par le premier des observateurs, quant à la proportionnalité des accélérations thermales avec les simples puissances des températures et quant à l'inertie des mécanismes, seront confirmés par le second.

» Le deuxième Cahier contient l'historique de la détermination des différences de longitude entre Valparaiso, Buenos-Ayres et Montevideo. Avant peu, sans doute, ce polygone sera complété, avec le secours des lignes télégraphiques qui, de Montevideo et Valparaiso, remontent vers le nord, relié à l'Europe par le câble transatlantique. La géographie est intéressée à ce que les longitudes de l'autre continent soient fixées avec la précision que comporte l'emploi du télégraphe. Toutefois, en ce qui touche les usages pratiques et les besoins de la navigation, nous pouvons regarder comme exacts les chiffres inscrits dans notre *Connaissance des Temps*. Les résultats trouvés pendant la campagne de la *Magicienne* suffiraient seuls à justifier cette assertion.

» Dans le troisième Cahier on trouve le détail des observations faites à Tahiti, pendant les mois de septembre, octobre et novembre 1877. Ces observations ont eu pour but la détermination des éléments d'un certain nombre d'étoiles australes et la vérification des latitude et longitude de l'île. Cette partie du travail de M. Lemercier est d'un grand intérêt. A l'est de l'île de Tahiti se trouve un immense archipel dont l'hydrographie est encore imparfaite. C'est à la France, dont la souveraineté s'étend sur le groupe des Pomotou, qu'il appartient de combler cette lacune, et, comme Papeetee est le point de départ nécessaire de toutes les déterminations à effectuer, il est essentiel qu'il ne reste aucun doute sur la valeur de ses coordonnées géographiques.

» Le quatrième Cahier contient le résumé des observations magnétiques faites dans tous les lieux où a touché la frégate, depuis le mois de décembre 1876 jusqu'au mois de mars 1879. On y lit également les résultats trouvés dans une excursion poussée jusqu'au sommet des Andes, en avril 1877, résultats qui, comme j'ai déjà eu l'honneur de le dire à l'Aca-

démie, confirment ceux qui avaient été constatés par MM. Bravais et Forbes dans les Alpes et les Pyrénées.

» Le cinquième Cahier renferme l'historique d'une étude poursuivie pendant la campagne de la *Magicienne*, en vue de substituer des observations régulières et précises aux appréciations incertaines et souvent erronées des marins sur la force et la direction des vents. En dépit des résolutions prises dans les Congrès météorologiques, l'accord ne s'est pas fait pour obtenir des navigateurs des données exactes, et même à bord des batiments de guerre il règne, sur la manière de remplir les colonnes du journal de bord, une grande incertitude. Cette incertitude va croissant à mesure que la vitesse de plus en plus grande des navires à vapeur amène un plus grand écart entre la direction du vent vrai et celle du vent apparent. Jadis, nous avions l'habitude de traduire en langage ordinaire nos impressions sur la vitesse des courants aériens : faible brise, jolie brise, brise fraîche, grande brise étaient des indications qui n'avaient rien de précis, mais non plus rien d'arbitraire, attendu que ces mots se reliaient par une tradition constante aux effets du vent sur la voilure; tout officier savait qu'on portait le cacatois par jolie brise, et que, par grande brise, les perroquets étaient serrés. La plus grande cause d'erreur dans nos appréciations de la force du vent venait de la différence des allures, et la même brise était souvent appréciée en termes différents par les officiers de deux navires à contre-bord, dont l'un courait largue portant toute sa toile haute et dont l'autre au plus près se voyait forcé de prendre des ris. Quant à la direction, on se proposait d'inscrire le vent vrai, on faisait la part de la déviation causée par la vitesse, et, comme cette déviation variait dans des limites assez connues, les chiffres enregistrés présentaient certaines garanties.

» Aux expressions anciennes on a substitué des échelles numériques; il est douteux qu'on y ait gagné. D'abord ces échelles, comme le prouve la discussion qui vous est soumise, ne sont pas identiques, ni bien réglées; puis on peut se demander si, dans la pratique, leur emploi promet plus d'exactitude que l'usage des désignations qu'elles ont remplacées. Un chiffre ne peut exprimer qu'un rapport d'ordre ou un rapport de grandeur; dans un cas comme dans l'autre, pour l'appliquer, il faut une mesure. Percevoir une impression et la traduire par un chiffre, c'est s'exposer à deux erreurs, la première dépendant de l'impression elle-même et la seconde de la traduction. C'est du reste ce qui arrive, et, lorsqu'on dépouille des journaux de bord, on constate que, dans bien des cas, les

officiers ou les timonniers ont employé tout au rebours les échelles numériques. En ce qui touche la direction, le désir de noter le vent vrai devient, lorsqu'on se sert des machines, une cause incessante d'erreur. Les penons et girouettes subissent l'influence de la vitesse; sous vapeur et par brise faible, cette influence se traduit par un écart considérable de la ligne du vent vrai. Le jour, on peut se guider sur la direction des lames; la nuit, cette indication est parfois insuffisante; alors on regarde le ciel et on note le vent d'après la course des nuages. Or il n'est pas de données plus fautives que celles qu'on recueille ainsi. Les différentes couches de l'atmosphère se meuvent dans des conditions très différentes; il nous est arrivé sur la *Magicienne*, dans une traversée de Magellan à Sainte-Hélène, d'observer pendant plus de huit jours consécutifs des vents de surface d'est et d'est-nord-est alors que les cirrus qui marbraient le ciel arrivaient du sud-est, nous apportant chaque jour, sans jamais la tenir, la promesse du vent dont nous avions besoin pour achever une traversée laborieuse.

» Le remède à un état de choses aussi peu satisfaisant pour la Science ne peut, ce nous semble, se trouver que dans une convention bien établie et dans l'emploi d'instruments comparables qui permettent de substituer la mesure à l'impression. Mieux vaut, pour l'avancement de la Météorologie, un nombre restreint de journaux bien faits qu'une masse confuse de documents sans garantie et de moyennes sans vérité. L'emploi d'instruments conduirait d'ailleurs à l'adoption d'une mesure qui nous a toujours paru la seule rationnelle, l'inscription sur les journaux de bord des vitesses et des directions apparentes du vent. L'officier de quart peut constater et lire; il ne faut pas lui demander d'apprécier et de calculer. C'est en dépouillant les journaux, soit mensuellement, soit en fin de campagne, qu'on doit réduire, au moyen de la vitesse et de la direction du navire, les éléments recueillis.

» Les vitesses du vent observées à la hauteur du pont, c'est-à-dire à 7^m ou 8^m d'altitude, ne sont pas les seuls éléments inscrits dans les Tableaux présentés à l'Académie : on y trouve aussi les vitesses du vent observées dans la mâture à des altitudes de 25^m à 30^m et les vitesses correspondantes du navire. L'étude de ces Tableaux est instructive pour le marin et intéressante pour le physicien; elle prouve que, même sur des bâtiments lourds et relativement peu voilés, le rapport de la vitesse du navire à celle du vent est plus avantageuse qu'on ne le suppose généralement; elle conduit à admettre que les courants aériens de surface subissent les mêmes influences que les eaux d'une rivière dans son lit, qu'ils perdent par leur frotte-

ment contre le sol et la masse supérieure de l'atmosphère une partie notable de leur force vive. Il serait d'un grand intérêt de déterminer approximativement les limites du phénomène, de constater dans les régions où règnent les alizés et les vents généraux la hauteur à laquelle la direction du vent de surface est infléchie ou détournée. Nous avons essayé dans ce but de faire des observations sur la hauteur et la course des nuages; mais les résultats trouvés n'ont été ni assez nombreux ni assez certains pour être présentés à l'Académie.

» Le sixième Cahier renferme l'historique de l'observation du passage de Mercure. Les éléments nécessaires pour apprécier la précision de la méthode photographique ont été recueillis dans les conditions que l'Académie connaît déjà. Je ne puis préjuger le résultat des mesures prises sur les plaques venant de l'observatoire de Payta; mais, soit qu'on se décide en 1882 à observer simultanément le passage de Vénus avec des lunettes photographiques et des équatoriaux, soit qu'on se borne à l'emploi de ces derniers, je me crois fondé à affirmer qu'on trouvera pour l'installation des observatoires sur les divers points de l'Amérique du Sud visités par la *Magicienne* des facilités exceptionnelles. Dans le détroit de Magellan, à Punta-Arenas ou dans une des baies à l'est du cap Froward, il est possible de s'installer et de vivre à terre; on a de belles chances pendant l'été d'y voir le ciel. A Lota, dans le golfe d'Araucanie, les conditions, un peu moins favorables sous le rapport de la latitude, sont excellentes au point de vue climatérique. On peut en dire autant de Valparaiso ou bien encore de Juan Fernandez. Cette île jouit de l'avantage d'être en dehors de la bande où règnent les vents du sud qui, pendant l'été antarctique, suivent la côte ouest d'Amérique et sont parfois assez violents pour gêner les observateurs. Ces divers points sont voisins les uns des autres, et surtout placés de telle sorte qu'un seul navire peut, à de courts intervalles, y déposer le matériel et le personnel des stations. Le passage observé, la ligne anglaise qui dessert les ports du continent américain et touche à Bordeaux assurerait aux membres de l'expédition un retour facile et rapide. Je suis entré dans ces détails pour montrer à l'Académie que la Marine, dont elle connaît le dévouement aux intérêts de la Science, peut se rendre très utile lors du prochain passage de Vénus, en se chargeant des observations australes, et que son concours sera d'autant plus facile à obtenir que les stations peuvent et doivent être établies sur des points que les navires de la division du Pacifique visitent chaque année.

» Le septième Cahier contient la description d'un sillomètre électrique

construit, pendant la campagne de la *Magicienne*, par M. le commandant Fleuriais et nommé par son inventeur *loch à moulinet*.

» Il y a bien longtemps que les marins cherchent à s'affranchir de l'obligation de jeter le loch. On est parvenu par différents moyens à constater le nombre de milles parcouru par le navire dans un jour ou dans un intervalle donné; mais aucun des instruments connus ne donne ce dont, à bord des navires de guerre, on a le plus besoin, l'indication permanente et précise de la vitesse. La régularité des résultats obtenus avec le cercle de Robinson dans les recherches anémométriques devait suggérer l'idée de mesurer la vitesse du sillage avec un instrument analogue. Construire un cercle semblable à celui de l'anémomètre, mais plus petit, monter sur son axe un tourillon mi-partie de cuivre et d'ébonite, envelopper ce tourillon d'une boîte étanche et le faire embrasser par une pince métallique terminant un fil conducteur noyé dans un cordage de remorque, mettre ce fil en communication facultative avec une pile et une sonnerie, compter le nombre de tours faits par le cercle par le nombre de coups frappés sur un timbre, réduire les nombres trouvés en nœuds et dixièmes de nœud au moyen d'une Table, paraissait chose aisée ; mais il se présentait tout d'abord deux objections. Comment l'étanchéité de la boîte dans laquelle, par le contact alternatif du cuivre et de l'ébonite avec les branches de la pince, le circuit électrique était alternativement ouvert ou fermé, pourrait-elle être maintenue, et puis comment le cercle et sa monture traînés dans le sillage de la frégate à des vitesses variables se conduiraient-ils ? Ne seraient-ils pas soumis, comme tous les objets remorqués, à des mouvements irréguliers qui empêcheraient toute relation exacte entre la vitesse des demi-sphères creuses montées sur les rayons du cercle et la vitesse du navire ? Sous ce dernier rapport, nous avons été promptement rassurés. A peine l'instrument était-il à la mer qu'en dépit de sa proximité de la poupe et des remous qui suivent toujours les carènes il a pris une position d'équilibre stable, stable quant à la direction et à la verticalité, stable aussi quant à l'immersion. Le mouvement des ailes laissant dans l'eau une traînée blanche, il était facile de suivre les positions de la roue et de constater que les méandres qu'elle décrit sont des courbes tellement allongées que leurs projections sur la route sont pratiquement égales au chemin parcouru. Il y a plus : la fixité de position du plan vertical dans lequel se maintiennent les rayons de la roue est telle, qu'on ne l'altère pas en tordant légèrement la remorque, et, si la torsion devient suffisante pour forcer l'instrument à se renverser, il fait un tour complet sur lui-même et revient, stable comme avant qu'on

l'ait troublé, présenter au courant la concavité des demi-sphères les plus basses. Il ne sera pas difficile sans doute de trouver *a posteriori* une explication de ces phénomènes ; nous qui n'abordons que bien timidement l'Hydrodynamique, nous les avons observés avec curiosité et constatés avec reconnaissance. Restait l'étanchéité : les insuccès sous ce rapport ont été nombreux, si nombreux que M. Fleuriais, découragé par les critiques, était sur le point de renoncer à ses expériences, lorsqu'un jour, après plusieurs heures d'indications régulières, on retira l'instrument avec la boîte pleine; le caoutchouc s'était déchiré, le tourillon et la pince avaient été complètement baignés. De ce moment le problème fut résolu : dès que la différence de conductibilité entre l'eau et le métal était suffisante pour que le circuit fût à chaque révolution ouvert et fermé, on pouvait dépouiller l'instrument des accessoires qui en avaient compliqué la construction et le ramener à l'appareil simple et pratique que l'Académie a sous les yeux.

» La possibilité de connaître à chaque instant, avec une précision qui va jusqu'au dixième de nœud, la vitesse d'un navire, et cela par une opération des plus simples, puisqu'il ne s'agit que de tourner le bouton d'un commutateur et de compter les coups frappés sur un timbre, sera très appréciée par les marins dans le cours ordinaire du service; elle le sera plus encore en escadre, où les relations de vitesse entre les navires sont la base des évolutions; enfin elle nous permettra d'arriver à la solution de plusieurs questions fort intéressantes pour l'art naval et que je demande à l'Académie, au nom de l'intérêt qu'elle a toujours porté aux choses de la Marine, d'effleurer devant elle.

» L'opinion des hommes du métier est partagée aussi bien sur l'efficacité relative des armes actuelles que sur la tactique des combats de l'avenir. Les uns tiennent pour l'éperon, d'autres pour le boulet, plusieurs pensent que la torpille est appelée à un grand rôle. Il est admis, en général, que dans les combats singuliers l'action commencera par un croisement à contre-bord suivi d'évolutions rapides ayant pour but, soit en marchant plus vite, soit en tournant plus court que l'ennemi, de le primer de manœuvre et de décider la victoire par un coup d'éperon. Dans les combats d'escadre, lorsque des lignes rendues rigides par leur longueur et par le rapprochement des navires qui les composent s'avanceront l'une sur l'autre, rien ne pourra empêcher un capitaine de se jeter sur l'adversaire que le sort lui aura désigné. La question est de savoir s'il pourra le faire avec avantage, c'est-à-dire s'il pourra, sans s'exposer à être atteint lui-même, frapper de son éperon une partie vulnérable de la carène ennemie. Ce n'est

plus de la manœuvre, c'est de l'escrime. Or la règle de l'escrime est la même, que l'arme pèse 2 onces ou 10 000 000^{kg} : éviter la pointe de l'adversaire par un écart rapide et toucher le point faible avant opposition. Dans tous les cas, la courbe d'opposition est plus courte que la courbe d'attaque; dans tous les cas, l'attaque réussit à la condition qu'entre son origine et celle du mouvement de défense il s'écoule assez peu de temps pour que le désavantage d'un parcours plus long soit racheté. On voit dès lors que pour apprécier, au point de vue du combat par le choc, les propriétés offensive et défensive d'un navire à éperon, il faut construire, avec une grande exactitude et en fonction du temps, des courbes qui représentent sa *maniabilité*. Jusqu'à ce jour, nous sommes sans moyen suffisants de résoudre ce problème; nous connaissons des procédés pratiques pour tracer les cercles de gyration dont le diamètre et la durée servent de mesure à la puissance d'évolution des cuirassés; mais ces courbes d'attaque et de défense, dont les ordonnées dépendent de la rapidité de transmission des ordres et des mouvements, de l'inertie des navires aussi bien que de la puissance des gouvernails et de la résistance des carènes, nous ne savons pas les construire, parce que nous n'avons pas de moyen pratique de déterminer à chaque instant des vitesses qui varient à chaque changement de direction. L'instrument de M. Fleuriais nous donnera cet élément qui nous manquait, et nous le donnera avec d'autant plus de précision que, la remorque du loch à moulinet étant courte, le chemin décrit par l'instrument dans les évolutions est sensiblement égal à celui de l'arrière du navire.

» Le sillomètre électrique trouvera dans les essais des bâtiments à vapeur une application toute naturelle. Nous sommes dans l'usage, quand une machine doit être essayée, avant livraison ou après réparation, de conduire le navire devant une base et de déterminer la vitesse maximum que son propulseur peut lui donner. Quand la base est longue, la mer tranquille et sans courant, le procédé est exact et dispendieux; quand la base est courte, comme à Cherbourg, et qu'on est réduit à prendre des moyennes entre les parcours de montée et ceux de descente, il devient infidèle et parfois dangereux. Avec un sillomètre étalonné, mieux encore, avec plusieurs sillomètres se contrôlant et fournissant des moyennes, les essais sur la base deviennent inutiles. Un navire qui prend le large et à bord duquel on constate incessamment les consommations de combustible, le nombre d'unités dynamiques dans les cylindres et le nombre des nœuds filés, revient au port avec tous les éléments d'appréciation désirables.

» Je ne présente pas aujourd'hui à l'Académie le résumé des travaux de MM. Sabatier, Wathelet et Dubois. Le catalogue des collections qu'ils ont réunies est aux mains de M. le directeur du Muséum, qui a bien voulu faire connaître à ces messieurs le prix qu'il attache à leur collaboration.

» Messieurs,

» J'avais pris l'engagement de mettre sous vos yeux les résultats obtenus pendant la campagne de la *Magicienne*. Dans l'accomplissement de cette tâche, j'ai trouvé, pour les officiers dont j'ai demandé le concours, tant de bienveillance, pour moi-même une si honorable attention, que je voudrais pouvoir me promettre et vous promettre de nouveaux efforts et de nouvelles recherches; mais ni les marins, ni les soldats n'ont le privilège d'une éternelle jeunesse, et je vous apporte aujourd'hui un tribut et un adieu. Un membre de votre Compagnie, un homme dont nous aimons les livres et les leçons, M. l'amiral Jurien de la Gravière, disait un jour : « Il faut » bien finir ». J'ai retenu cette parole et j'ai cru bien finir en apportant une pierre aux ouvriers de la Vérité. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les courbes définies par une équation différentielle*. Note de M. **H. Poincaré**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, Bonnet, Bouquet).

« Ce Mémoire a pour but l'étude géométrique des courbes définies par une équation différentielle de la forme

$$\frac{dx}{X} = \frac{dy}{Y},$$

où X et Y sont des polynômes entiers en x et y.

» Afin d'éviter les difficultés que présenterait l'étude des branches infinies, j'appelle le point (x, y) non pas le point dont l'ordonnée et l'abscisse dans un plan sont y et x, mais la projection gnomonique de ce point sur la sphère. De cette façon, à un système de valeurs de x et de y correspondent deux points de la sphère diamétralement opposés.

» Avant d'étudier ces courbes (que j'appelle *caractéristiques*) dans toute l'étendue de la sphère, j'ai dû naturellement rappeler les résultats

auxquels a déjà conduit leur étude dans une région restreinte de la sphère. On voit ainsi : 1° que, par tous les points de la sphère, sauf par certains points singuliers, passe une caractéristique et une seule; 2° que, par certains points singuliers, passent deux points caractéristiques; 3° que, par d'autres points singuliers, passent une infinité de caractéristiques; 4° enfin, qu'une troisième sorte de points singuliers est telle, que les caractéristiques voisines tournent comme des spirales autour de ces points sans qu'aucune d'elles aille y passer. J'appelle ces trois sortes de points singuliers les *cols*, les *nœuds* et les *foyers* de l'équation donnée.

» Envisageant la distribution de ces points singuliers sur la sphère, je démontre que le nombre des nœuds et des foyers surpasse de deux le nombre des cols.

» Après avoir démontré divers autres théorèmes, dont l'énoncé ne peut trouver place dans ce résumé, j'aborde l'étude des courbes dans toute l'étendue de la sphère, et j'arrive au résultat suivant : la sphère est sillonnée par une série de courbes fermées telles, 1° que par les points ordinaires passe une de ces courbes fermées et une seule; 2° que chaque col soit un point double d'une courbe fermée; 3° que par les nœuds et les foyers ne passe aucune de ces courbes fermées. Parmi ces courbes fermées, les unes ne sont pas des caractéristiques et ne touchent une caractéristique en aucun point : je les appelle *cycles sans contact;* les autres sont des caractéristiques : je les appelle *cycles limites,* parce qu'elles sont asymptotes aux caractéristiques voisines.

» Aucun cycle sans contact ne rencontre une caractéristique en plus d'un point. La connaissance du système des cycles sans contact et des cycles limites fournirait une idée complète de la forme géométrique des caractéristiques. Je donne d'abord des exemples de cas où l'équation de ce système est exprimable en termes finis; mais, comme cela n'a pas lieu en général, je dois avoir recours à un autre procédé. De même que, faute de pouvoir exprimer les racines d'une équation en nombres commensurables, on les sépare et on les resserre ensuite dans des limites de plus en plus étroites, je cherche à diviser la sphère en régions *acycliques,* que ne traverse aucun cycle limite, et en régions *monocycliques,* aussi restreintes que possible, qui contiennent un cycle limite tout entier et n'en contiennent qu'un. Je donne une méthode générale pour arriver à ce résultat, et trois applications de cette méthode.

» Les résultats qui sont rapportés dans ce résumé se rapportent au cas le plus général; mais j'ai dû examiner, dans le Mémoire, différents cas

exceptionnels, sans pouvoir pourtant envisager tous ceux qui se présentent. »

M. H. Barnouvin propose l'emploi du chlorure de chaux, pour la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Boutigny appelle l'attention de l'Académie sur la résistance des insectes aux agents chimiques.

D'après les observations de l'auteur, des charançons, introduits avec des semences de coriandre dans des flacons contenant des cylindres de pierre infernale, ont pu y vivre et s'y multiplier. Des mouches, immergées dans une solution de soude caustique, et laissées à la surface pendant un jour, n'ont paru en éprouver aucun effet funeste.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

L'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Belgique adresse le programme des questions qu'elle a mises au concours pour 1881.

La Société médico-psychologique informe l'Académie qu'elle a pris l'initiative d'une souscription pour élever une statue à *Philippe Pinel*, sur la place de la Salpêtrière, à Paris.

MM. A. Borius, L. Faucher et Boutmy, J.-M. Gaugain, Lecoq de Boisbaudran, Le Roux adressent des remercîments à l'Académie, pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le deuxième fascicule du Tome II du « Traité élémentaire d'Entomologie », par M. *Maurice Girard;*

2° Un volume imprimé en anglais, et portant pour titre « Recherches expérimentales sur la température des régions de la tête », par M. *J.-S. Lombard;*

3° Deux volumes intitulés « Recueil de cas cliniques de maladies de la peau et syphilitiques », par M. *C. Manassei;*

4° Deux brochures de M. *U. Gayon*, intitulées « Sur un procédé nouveau d'extraction du sucre des mélasses », et « Notes diverses, fermentation des fruits, altérations des blés, etc. »

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet à l'Académie une Lettre par laquelle le Consul de France en Écosse lui annonce que des diamants artificiels auraient été obtenus par M. *J. Ballantine Flannay*, à Glasgow.

M. **de Chancourtois** adresse, par l'entremise de M. Daubrée, plusieurs notices et propositions ayant pour but l'unification des travaux géographiques et géologiques.

A part les observations que M. Élie de Beaumont a déjà mentionnées en présentant la Carte géologique détaillée de la France (¹), il en est qui ont été soumises au Congrès des sciences géographiques, tenu à Paris en 1875, et d'autres qui ont fait l'objet d'une conférence au Trocadéro, en 1878. M. de Chancourtois a réuni et coordonné ces documents, en vue des Congrès internationaux de Géographie et de Géologie qui doivent se réunir en Italie l'an prochain.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales de fonctions algébriques;* par M. **A.-E. Pellet.**

« Soit $f(x,y) = 0$ une équation algébrique de degré m en y. Supposons que l'intégrale $\int F(x,y)dx$, $F(x,y)$ désignant une fonction rationnelle de x et y, se ramène à l'intégrale d'une fonction rationnelle $\int \mathfrak{F}(t)dt$ par une substitution algébrique. La dernière se compose d'une partie rationnelle et d'une somme de termes de la forme $AL(t - A)$, A et a étant des constantes. On en déduit, d'après un théorème d'Abel, que t peut s'exprimer en fonction rationnelle de x et y. Soit

$$t = P_0 + P_1 y + P_2 y^2 + \ldots + P_{m-1} y^{m-1},$$

$P_0, P_1, \ldots, P_{m-1}$ étant des fonctions rationnelles de x.

» Effectuant la substitution dans $\int \mathfrak{F}(t)\,dt$, on voit que, pour que l'intégrale proposée $\int F(x,y)\,dx$ se ramène à l'intégration d'une fonction ration-

---

(¹) Séances des 21 juillet et 11 août 1873.

nelle par une substitution algébrique, il faut et il suffit que $F(x, y)$ puisse se mettre sous la forme

$$\mathfrak{F}(P_0 + P_1 y + \ldots + P_{m-1} y^{m-1}) \frac{(P'_0 + P'_1 y + \ldots + P'_{m-1} y^{m-1}) \frac{\partial f}{\partial x} - \frac{\partial f}{\partial y}[P_1 + 2P_2 y + \ldots + (m-1) P_{m-1} y^{m-1}]}{\frac{\partial f}{\partial y}},$$

$P'_0, P'_1, \ldots, P'_{m-1}$ désignant les dérivées des fonctions P par rapport à x. Si $f(x, y) = 0$ représente une courbe unicursale, cette identification peut s'effectuer quelle que soit la fonction rationnelle $F(x, y)$. Mais, dans tous les cas, à un système de valeurs données pour $P_0, P_1, \ldots, P_{m-1}$ correspondra une classe de fonctions algébriques dont l'intégrale se ramène à l'intégrale d'une fonction rationnelle.

» Soit l'équation $y^2 - \varphi(x^2)\psi(x^2) = 0$, φ et $\psi(x^2)$ étant des polynômes entiers en x^2 et n'ayant pas de racines multiples. Prenons $t = \frac{x\sqrt{\psi(x^2)}}{\sqrt{\varphi(x^2)}}$, il vient

$$\int \mathfrak{F}\left(x\sqrt{\frac{\psi}{\varphi}}\right) \frac{(x^2\psi' + \psi)\varphi - x^2\varphi'\psi}{\varphi\sqrt{\varphi\psi}}\, dx = \int \mathfrak{F}(t)\, dt,$$

φ' et ψ' désignant les dérivées de φ et ψ par rapport à x^2.

» Prenons $t = \frac{\sqrt{f(x^2)}}{x}$, il vient

$$\int \mathfrak{F}\left(\frac{\sqrt{f}}{x}\right) \frac{x^2 f' - f}{x^2\sqrt{f}}\, dx = \int \mathfrak{F}(t)\, dt,$$

f' désignant la dérivée de $f(x^2)$ par rapport à x^2. Ces formules comprennent comme cas particuliers celles qui ont été données par M. Hermite dans son Mémoire *Sur une formule d'Euler* (*Journal de M. Resal*, janvier 1880).

» On déduit facilement, d'un théorème de M. Liouville, que toute fonction algébrique dont l'intégrale peut s'exprimer à l'aide de fonctions algébriques et logarithmiques se décompose en une somme de fonctions, dont l'intégrale se ramène à l'intégrale d'une fonction rationnelle. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions de plusieurs variables tirées de l'inversion des intégrales de solutions des équations différentielles linéaires dont les coefficients sont des fonctions rationnelles;* par M. L. FUCHS. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« De même que ces fonctions de plusieurs variables que l'on appelle *fonctions abéliennes* doivent leur naissance aux intégrales des fonctions algébriques, en concevant, d'après Jacobi, les limites supérieures de p intégrales d'une fonction algébrique convenablement choisie comme fonctions de la somme de ces intégrales et de $p-1$ autres sommes composées d'une manière semblable, de même on fait naître une nouvelle classe de fonctions de plusieurs variables, comme je le démontre dans mon Mémoire, si l'on part des intégrales des solutions des équations différentielles linéaires à coefficients rationnels comme fondement.

» Je me suis proposé d'abord le problème de rechercher la nature des intégrales d'une équation différentielle linéaire homogène de l'ordre m, en supposant possible de définir $z_1, z_2, \ldots, z_m$ comme fonctions analytiques des variables $u_1, u_2, \ldots, u_m$ par les m équations

$$\sum_1^m {}_i \int_{\zeta_i}^{z_i} f_a(z)\,dz = u_a \quad (a = 1, 2, \ldots, m),$$

où $\zeta_1, \zeta_2, \ldots, \zeta_m$ sont des constantes, $f_1(z), f_2(z), \ldots, f_m(z)$ un système fondamental de solutions de l'équation différentielle.

» J'ai complètement résolu ce problème pour les équations différentielles du second ordre, et je suis parvenu aux résultats suivants.

» **1.** Étant donnée l'équation différentielle

$$\text{(A)} \qquad \frac{d^2y}{dz^2} + P\frac{dy}{dz} + Qy = 0,$$

où P, Q signifient des fonctions rationnelles de z, soit $f(z)$, $\varphi(z)$ un système fondamental arbitraire de solutions de cette équation; que l'on définisse z_1, z_2 comme des fonctions des variables u_1, u_2 par les équations

$$\text{(B)} \quad \int_{\zeta_1}^{z_1} f(z)\,dz + \int_{\zeta_2}^{z_2} f(z)\,dz = u_1, \quad \int^{z_1} \varphi(z)\,dz + \int_{\zeta_2}^{z_2} \varphi(z)\,dz = u_2.$$

En supposant z_1, z_2 fonctions analytiques de u_1, u_2 et en posant

$$z_1 = F_1(u_1, u_2), \quad z_2 = F_2(u_1, u_2),$$

on obtient tout d'abord la propriété suivante de ces fonctions,

$$\text{(C)}\quad \begin{cases} F_1(\alpha_{11}u_1+\alpha_{12}u_2+\gamma_1 c,\ \alpha_{21}u_1+\alpha_{22}u_2+\gamma_2 c)=F_1(u_1,u_2),\\ F_2(\alpha_{11}u_1+\alpha_{12}u_2+\gamma_1 c,\ \alpha_{21}u_1+\alpha_{22}u_2+\gamma_2 c)=F_2(u_1,u_2),\end{cases}$$

où l'on désigne par c une constante, par α_{11}, α_{12}, α_{21}, α_{22} les éléments d'une substitution

$$\begin{pmatrix}\alpha_{11} & \alpha_{12}\\ \alpha_{21} & \alpha_{22}\end{pmatrix}$$

à laquelle on doit assujettir $f(z)$, $\varphi(z)$ lorsque la variable part d'une valeur et y revient en décrivant un contour fermé, et γ_1, γ_2 étant des quantités déterminées relatives à ce contour.

» Les fonctions F_1, F_2 reprennent d'ailleurs en général les mêmes valeurs pour d'autres systèmes de valeurs de u_1, u_2 en nombre infini.

» 2. Soit a_i un point singulier de l'équation (A); soient $r_1^{(i)}$, $r_2^{(i)}$ les racines de l'équation fondamentale déterminante pour le point a_i, soient, en outre, s_1, s_2 les racines de l'équation fondamentale déterminante pour $z=\infty$. Je détermine d'abord ces racines de manière que, lorsque u_1, u_2 acquièrent des valeurs pour lesquelles, des deux valeurs a, b que reçoivent respectivement les quantités z_1, z_2, l'une coïncide avec un point singulier ou l'une et l'autre avec deux points singuliers différents entre eux, sans que l'équation

$$\text{(D)}\qquad \frac{f(z_2)}{\varphi(z_2)}-\frac{f(z_1)}{\varphi(z_1)}=0$$

soit satisfaite par $z_1=a$, $z_2=b$, les dérivées partielles de z_1 et z_2 deviennent fonctions holomorphes de z_1, z_2 dans le voisinage de $z_1=a$, $z_2=b$.

» Il est à remarquer que l'on comprend ici le point $z=\infty$ parmi les points singuliers.

» D'ailleurs, je fais la détermination de manière que, pour des systèmes de valeurs finies de u_1, u_2, z_1, z_2 peuvent acquérir les valeurs indiquées.

» Voici, à cet effet, les conditions nécessaires et suffisantes :

$$\text{(E)}\quad \begin{cases} r_1^{(i)}=-1+\dfrac{1}{n_i},\quad r_2^{(i)}=-1+\dfrac{k_i}{n_i},\quad k_i>1,\\ k_i,\ n_i \text{ des nombres entiers et positifs ;}\\ s_1=1+\dfrac{1}{n},\quad s_2=1+\dfrac{k}{n},\quad k>1,\\ k,\ n \text{ des nombres entiers et positifs.}\end{cases}$$

» Je fais voir alors que les quantités $r_1^{(i)}$, $r_2^{(i)}$, s_1, s_2 peuvent être déterminées, en outre, de manière que, par l'équation

$$(F) \qquad \frac{f(z)}{\varphi(z)} = \zeta,$$

z se définisse comme fonction monodrome de ζ, et que, partant, l'équation (D) ne puisse être satisfaite que pour $z_1 = z_2$. Les conditions qui sont alors nécessaires et suffisantes sont les suivantes :

$$r_2^{(i)} = r_1^{(i)} + 1 \quad \text{ou} \quad k_i = 2 \quad \text{et} \quad s_2 = s_1 + 1 \quad \text{ou} \quad s_1 = 1 + \frac{1}{n}, \quad s_2 = 1 + \frac{2}{n},$$

en ajoutant la condition que le développement d'une intégrale de l'équation (A) dans le voisinage d'un point singulier ne contienne pas de logarithmes.

» Je démontre ensuite que, si

$$(G) \quad \begin{cases} r_1^{(i)} = -1 + \dfrac{1}{n_i}, \quad r_2^{(i)} = -1 + \dfrac{2}{n_i} \quad \text{ou} \quad r_1^{(i)} = -\dfrac{1}{2}, \quad r_2^{(i)} = \dfrac{1}{2}, \\ s_1 = \dfrac{3}{2}, \quad s_2 = \dfrac{5}{2} \quad \text{ou} \quad s_1 = 1 + \dfrac{1}{n}, \quad s_2 = 1 + \dfrac{2}{n}, \end{cases}$$

la condition étant en outre remplie que le développement d'une intégrale de l'équation (A) dans le voisinage d'un point singulier ne contienne pas de logarithmes, z_1, z_2 sont des racines d'une équation du second degré dont les coefficients sont des fonctions analytiques et monodromes de u_1, u_2. »

PHYSIQUE. — *Analyse des phénomènes lumineux produits par les décharges électriques, dans les gaz raréfiés.* Note de M. E. **Fernet**, présentée par M. Jamin.

« Les gaz offrent cet avantage pour l'étude du mécanisme de la décharge électrique, que la lumière produite en telles ou telles régions peut fournir une indication sur le passage de l'électricité. Mais, pour tout phénomène ayant une durée moindre que celle de la persistance des impressions lumineuses, chaque point de l'espace nous apparaît avec un éclat qui est la résultante de ceux qu'il a successivement acquis. Ce sont ces considérations qui m'ont conduit à employer la méthode suivante, pour analyser la décharge dans un cas particulier, celui des gaz raréfiés. J'indiquerai seulement ici le principe de la méthode, et quelques-uns des résultats déjà obtenus.

» Un gros tube vertical, à chacune des extrémités duquel sont soudés des fils servant à faire passer les décharges d'une bobine de Ruhmkorff, est mis en communication permanente avec une pompe de Geissler : on peut ainsi étudier les transformations du phénomène, sans faire varier, d'une expérience à une autre, d'autre condition que la pression. Ce tube est placé derrière un écran, dans lequel est pratiquée une fente verticale. En regard de la fente, est installé un miroir tournant, mû par une petite turbine, et dont l'axe de rotation est également vertical : le déplacement de l'image vue dans le miroir permettra d'observer, sans superpositions, les apparences successives qu'offriront les points du tube laissés libres par la fente.

» Dès que la raréfaction est suffisante pour permettre le passage du courant induit *inverse*, correspondant à la fermeture du circuit inducteur, aussi bien que du courant induit *direct*, correspondant à la rupture, on voit apparaître dans le miroir deux images, d'autant plus étalées que la rotation est plus rapide, et présentant des dispositions inverses. Si l'on imagine chacune de ces images décomposée en petites bandes verticales, de même largeur que la fente, ces bandes successives représentent les aspects successifs de la fente, pendant la durée d'une décharge ([1]).

» Les trois figures ci-jointes, qui correspondent à trois expériences faites sous des pressions différentes, montrent, au pôle négatif de chacun des deux courants, une lueur bleue, dont la hauteur est égale à celle du fil négatif, et dans laquelle l'étalement dû à la rotation du miroir ne produit *aucune discontinuité*. Au niveau de l'extrémité du pôle positif apparaît le plus souvent, mais non pas d'une manière constante, une série de ponctuations rougeâtres, distribuées sur une ligne horizontale, et accusant la discontinuité, dans le temps, du phénomène lumineux en ce point.

» Enfin, et c'est là le phénomène auquel je m'attacherai spécialement, l'espace compris entre les deux pôles présente une série de courbes brillantes, séparées par des intervalles obscurs. On voit que chacune de ces courbes, si on la suppose rapportée à deux axes coordonnés, l'un horizontal, l'autre vertical, représente le mouvement d'un même point lumineux, pendant la durée de la décharge : la variation de distance des points de la courbe à l'axe horizontal représente le déplacement du point lumineux; la variation de distance à l'axe vertical représente le temps correspondant à ce déplacement. L'examen de la courbe peut même fournir

---

([1]) Dans les figures ci-après, c'est le côté gauche qui correspond au commencement du phénomène, et l'étalement se produit de gauche à droite. La partie supérieure correspond au pôle négatif pour le courant de fermeture, au pôle positif pour le courant de rupture.

la vitesse du point lumineux à chaque instant : cette vitesse est d'autant plus petite, que l'angle formé avec l'horizontale par la tangente menée au point correspondant est plus petit lui-même ([1]).

» Voici maintenant les particularités observées sous diverses pressions.

» La *fig.* 1 représente les images fournies par les deux décharges, l'une

Fig. 1.

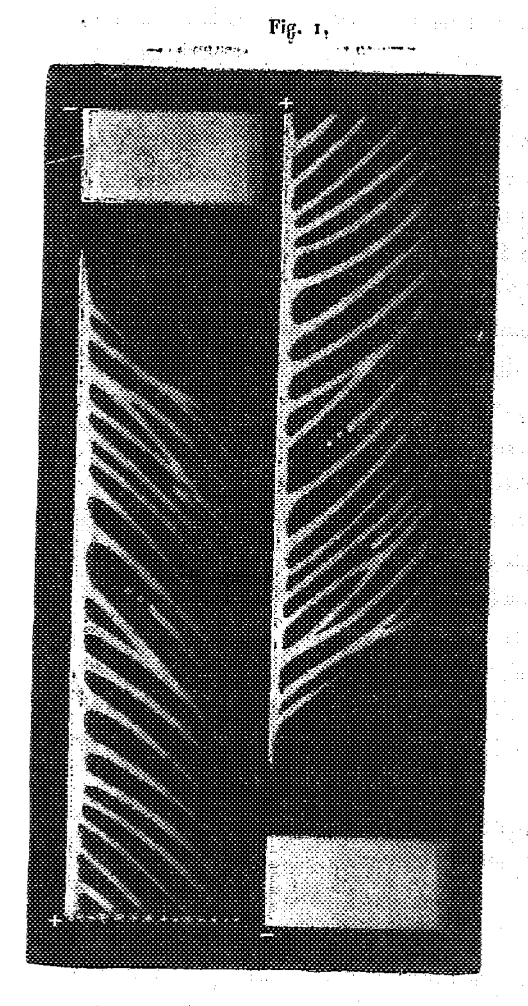
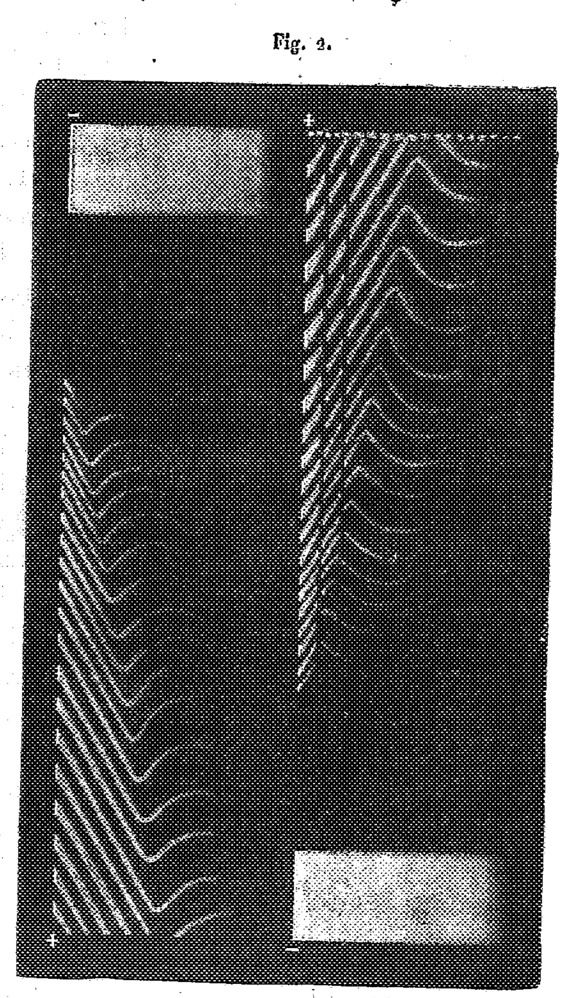


Fig. 2.



directe, l'autre inverse, pour une pression de 5^{mm} à 6^{mm}, alors que l'observation du tube à la vue simple ne donne qu'une lueur diffuse et plus ou moins irrégulière, sans stratifications nettement perceptibles. Ces images montrent que chacune des deux décharges produit, dans tout l'espace

([1]) Pour obtenir une évaluation numérique de la vitesse à chaque instant, il suffira de déterminer, avec précision, le coefficient angulaire de la tangente au point correspondant, et la vitesse de rotation du miroir.

qui sépare les pôles, excepté au voisinage du pôle négatif, une illumination que l'on peut considérer comme instantanée. A l'instant immédiatement suivant, et pendant tout le reste de la durée de la décharge, la lumière n'apparaît plus qu'en des points discontinus, distribués à peu près régulièrement sur une même verticale. Les courbes montrent que chacun de ces points est animé, jusqu'à l'instant où la lumière cesse, d'un mouvement qui l'éloigne du pôle négatif.

La *fig.* 2 représente le phénomène pour une pression de 1^{mm} à 2^{mm}, alors que, à la vue simple, apparaissent çà et là dans le tube quelques stratifications. Dans chacune des deux décharges, la discontinuité du phénomène lumineux semble se produire dès le premier instant; dans les instants suivants, les points lumineux se déplacent d'abord en s'éloignant du pôle négatif, comme dans l'expérience précédente; mais, ce qui est particulièrement digne de remarque, c'est qu'à ce mouvement succède un mouvement de sens contraire, c'est-à-dire du pôle positif vers le pôle négatif, et enfin un troisième mouvement, dans le sens initial. Les courbes montrent que chacun de ces changements de sens ne se produit pas à un même instant pour les divers points lumineux, mais d'autant plus tard que l'on considère des points plus éloignés du pôle négatif (¹).

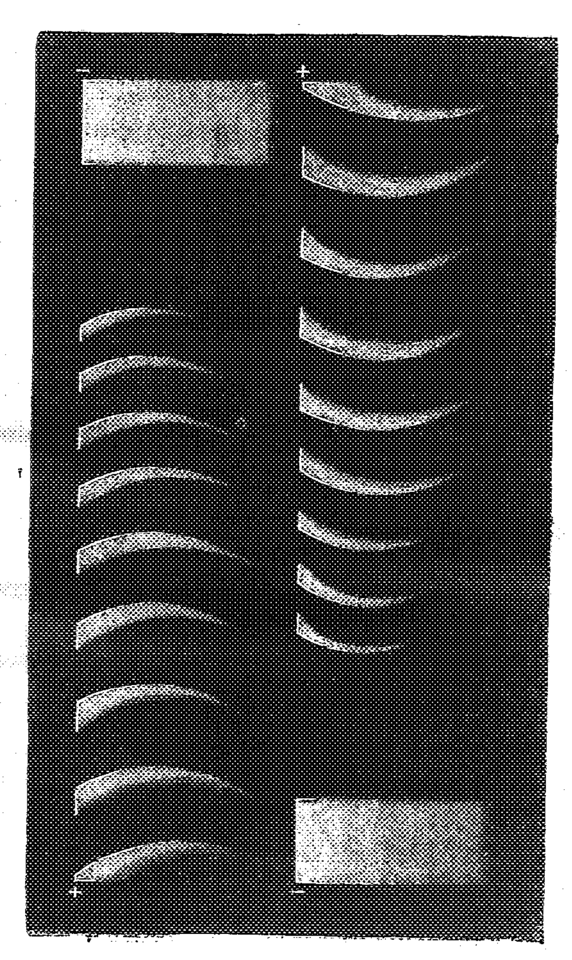
» Enfin, la *fig.* 3 représente les images obtenues avec une pression de un demi-millimètre environ, au moment où les stratifications apparaissent nettement à la vue simple. Chacune des tranches lumineuses discontinues est encore animée successivement de mouvements en sens inverses, mais

(¹) Je dois signaler ici une particularité que j'ai fréquemment observée. L'une ou l'autre des deux images, et particulièrement celle qui correspond au courant de rupture, est parfois sillonnée de lignes obscures, *verticales*, sans qu'il en résulte de modification appréciable dans la forme ni dans la position des courbes brillantes qu'elles traversent (on a figuré deux de ces lignes obscures sur la seconde image de la *fig.* 2). En d'autres termes, tous les points lumineux en mouvement paraissent s'éteindre brusquement *à un même instant*, pour se rallumer à l'instant suivant, et dans la position même où les aurait amenés la continuation du mouvement antérieur. Ces lignes obscures s'observent surtout lorsque, après avoir conservé pendant longtemps un même sens aux courants inducteurs, on intervertit brusquement ce sens, au moyen du commutateur de la bobine : les traits noirs apparaissent alors très nombreux, mais leur nombre diminue progressivement, si l'on continue l'expérience sans changer le sens des courants inducteurs. Bien que j'aie déjà quelques données sur les conditions dans lesquelles se produit ce phénomène particulier, je ne puis les indiquer encore d'une manière absolument précise. J'ajouterai seulement que ces lignes obscures paraissent se prolonger avec des traits verticaux lumineux, mais à peine visibles, qui traversent alors l'espace obscur situé du côté du pôle négatif.

le mouvement initial semble se produire plutôt du pôle positif vers le pôle négatif, comme le montre la forme des courbes.

» Il serait sans doute prématuré de chercher à donner une interprétation de ces faits, avant d'avoir effectué les mesures qui pourront servir à les préciser, et aussi avant d'avoir étudié l'influence que peuvent avoir les

Fig. 3.



diverses conditions du phénomène, et en particulier les conditions électriques : c'est cette étude que je compte poursuivre. Mais, en me bornant à la traduction des faits eux-mêmes, je présenterai, dès à présent, les remarques suivantes.

» 1° L'observation directe, à la vue simple, fait apparaître chacun des points de l'espace avec un éclat d'autant plus grand, que ce point est rencontré un plus grand nombre de fois par les tranches lumineuses

dont l'analyse précédente manifeste le mouvement, et aussi selon que ces tranches le traversent avec une vitesse moindre. Ainsi, en supposant que les conditions soient celles qui donnent dans le miroir les images de la *fig.* 2 ou de la *fig.* 3, on voit que *le courant direct seul* doit produire, à la vue simple, pour les points du tube qui correspondent aux tangentes horizontales des courbes, un éclairement plus grand que dans les points voisins, puisque les vitesses de translation des tranches lumineuses, éprouvant un changement de signe de part et d'autre de ces points, prennent une valeur nulle à l'instant où elles y parviennent. On doit donc observer, avec ce courant seul, des stratifications brillantes en ces points. Le *courant inverse seul* doit donner également, à la vue simple, des stratifications dont la position sera donnée de la même manière ([1]). Selon que ces deux systèmes de stratifications différentes concorderont ou offriront une discordance plus ou moins grande, l'alternance rapide des deux espèces de décharges donnera une apparence stratifiée plus ou moins nette ou plus ou moins confuse.

» 2° Le phénomène intéressant à étudier, au point de vue du mécanisme de la décharge, c'est celui que donne une analyse permettant de séparer, par une méthode du genre de la précédente, les phénomènes qui se succèdent, en un temps très court, en chaque point de l'espace ([2]). »

PHYSIQUE. — *Sur les lois thermiques des étincelles électriques, produites par les décharges ordinaires, incomplètes et partielles des condensateurs.* Note de M. E. VILLARI ([3]), présentée par M. Jamin.

« Dans une Note précédente ([4]), j'ai exposé les lois que suit la chaleur développée par une étincelle qui se produit dans l'interruption du circuit d'une batterie, sans tenir compte de celle qui se produit par l'étincelle contre le déchargeur. Dans la Note actuelle j'étudie, au contraire, la chaleur totale

---

([1]) J'avais déjà montré moi-même (*Comptes rendus*, 1865, t. LXI, p. 257) que les stratifications produites par la méthode ordinaire, et observées dans un miroir tournant, se décomposent en deux systèmes, correspondant chacun à l'un des courants induits.

([2]) Ces recherches ont été faites au laboratoire de recherches physiques de la Sorbonne, dont M. Jamin a bien voulu mettre les ressources à ma disposition. Je dois aussi des remercîments à M. Blondlot, qui m'a fourni un utile concours pour l'installation et la disposition des expériences.

([3]) VILLARI, *Accademia dei Lincei* (1878-79); Roma, 1879.

([4]) *Comptes rendus*, même tome, p. 89.

des deux étincelles qui se produisent dans les décharges *ordinaires, incomplètes* et *partielles* des condensateurs.

» En entreprenant ces nouvelles recherches, j'ai commencé à examiner le phénomène en me mettant dans le cas de la plus grande simplicité possible; c'est pourquoi j'ai mesuré la chaleur totale développée par la décharge d'une batterie lorsqu'elle produisait seulement deux étincelles : une première dans un point quelconque du circuit, et la seconde contre le déchargeur. Les fils du circuit étaient de cuivre et d'une grosseur de 5^{mm}; leur longueur était de quelques mètres, aussi ne s'échauffaient-ils pas sensiblement. Pour mesurer ensuite la chaleur développée par les deux étincelles, je faisais produire la première dans un thermomètre à étincelle, et la seconde dans un appareil que j'ai construit et nommé *thermomètre déchargeur*. Il était semblable au thermomètre à étincelle et parfaitement isolé, mais ses électrodes, à l'intérieur du ballon, étaient dénouées et mobiles, de sorte que, par des mouvements convenables du thermomètre, elles pouvaient venir en contact et fermer le circuit, ou s'éloigner entre elles et l'interrompre, de manière qu'on peut dire que ce thermomètre consistait en un déchargeur contenu dans un thermomètre à étincelle, dans lequel la chaleur développée par l'étincelle était mesurée par le déplacement de la colonne de glycérine. Cela admis, les expériences ont été faites de la manière suivante.

» On chargeait une batterie de bouteilles avec une quantité constante d'électricité et ensuite, après avoir introduit les deux thermomètres dans le circuit, on établissait la communication par un mouvement convenable du thermomètre déchargeur et l'on excitait ainsi la décharge ordinaire de la même batterie. La chaleur produite dans les thermomètres par les étincelles était mesurée par les déplacements des colonnes respectives de glycérine. On a exécuté ainsi une longue série de mesures en faisant successivement varier de o au maximum la distance des deux électrodes, et en conséquence la longueur de l'étincelle, dans le thermomètre à étincelle. Ensuite on répétait les mêmes expériences en mesurant la dilatation de l'air dans les ballons et par suite son échauffement produit par les étincelles, au moyen des capsules ou tambour à levier de M. Marey, que je substitue au tube de verre et à la colonne de glycérine de chaque thermomètre ; j'ai obtenu par cette méthode sur le verre noirci de très belles figures, représentant graphiquement le phénomène que j'avais étudié.

» Au moyen de ces mesures, et en expérimentant avec les plus grands soins, j'ai trouvé les lois suivantes, relatives à la chaleur totale développée par la décharge d'une quantité constante d'électricité.

» Première loi. — *Lorsque dans un arc conducteur se forment deux étincelles, dont l'une est contre le déchargeur, la somme des chaleurs produites par elles est constante.*

» Deuxième loi. — *La somme des longueurs des deux étincelles* (dont l'une est contre le déchargeur) *est constante.*

» Par conséquent :

» Troisième loi. — *La résistance électrique totale que les deux étincelles rencontrent dans le gaz où elles se forment est constante.* Par suite, on en déduit encore la loi suivante :

» Quatrième loi. — *La quantité d'électricité qui constitue la décharge d'un condensateur est* (toutes choses égales d'ailleurs) *constante, quelle que soit la longueur d'une des deux étincelles* (y compris celle qui est contre le déchargeur) *qui se forment dans la décharge même.*

» Après ces recherches, j'ai comparé de nouveau les effets thermiques des décharges *ordinaires, incomplètes* et *partielles* des condensateurs, et, en mesurant dans chaque cas toute la chaleur produite par ces décharges, j'ai été amené naturellement à la conclusion suivante.

» En appelant C la chaleur totale produite par la décharge *ordinaire* d'un condensateur, sa décharge *incomplète* dans un condensateur égal produit une quantité de chaleur exprimée par $\frac{1}{1}$ C, et chacune des deux décharges *partielles* en développe $\frac{1}{4}$C ; par suite, les trois décharges successives produisent une quantité de chaleur exprimée par $\frac{1}{2}C + \frac{1}{4}C + \frac{1}{4}C = C$, c'est-à-dire égale à celle qui est produite par la décharge ordinaire totale.

» En outre, par la comparaison entre la chaleur totale C produite par la décharge ordinaire d'une batterie et celle ($\frac{1}{4}C + \frac{1}{4}C = \frac{1}{2}C$) produite par les deux décharges partielles de la même quantité d'électricité accumulée dans les deux batteries, on obtient la loi suivante :

» Cinquième loi. — *La chaleur totale développée par les différentes étincelles d'une décharge d'un condensateur est en raison inverse de sa surface.*

» Cette loi, qui est analogue à l'une des lois découvertes par Riess, relatives à l'échauffement des fils métalliques, établit une analogie entre les lois de la chaleur totale produite par les étincelles et celle qui se développe dans les fils traversés par les décharges; en même temps, elle établit une différence énorme entre les lois de la chaleur produite par une seule étincelle qui a lieu par le circuit et les lois relatives à la quantité totale de chaleur développée par les deux étincelles qui se produisent dans la décharge du condensateur, dans les conditions déterminées dans cette Note. Cette différence conduit à d'autres phénomènes et à des considérations importantes, qui formeront le sujet d'une prochaine Communication. »

PHYSIQUE. — *Sur un cas de polarité rémanente de l'acier opposée à celle de l'hélice magnétisante qui la produit.* Note de M. Aug. Righi, présentée par M. Jamin.

« On sait que le rapport entre le magnétisme rémanent et le magnétisme temporaire d'une barre d'acier enveloppée par une bobine magnétisante devient de plus en plus petit si la barre est de plus en plus courte et grosse. Or, à ce propos, une théorie générale des phénomènes magnétiques, dont je m'occupe depuis quelque temps, m'a conduit à une étrange conséquence, qui est en opposition avec les faits connus, mais que l'expérience a confirmée de tout point. Voici la conséquence : *Si l'on prend des barres d'un même acier et de même diamètre, mais de longueurs décroissantes, on doit arriver à une certaine longueur qui ne donne pas de magnétisation, pendant qu'avec des longueurs moindres on doit obtenir une polarité rémanente opposée à celle de la bobine.*

» Je me bornerai, quant à présent, à indiquer ce fait inattendu. Il n'est pas difficile de vérifier que toute barre d'acier recuit, dont la longueur est un peu plus grande que le diamètre, présente le phénomène de la magnétisation inverse. Voici toutefois les dimensions d'un de mes appareils et quelques détails pratiques qui assurent la réussite de l'expérience. On prend une barre d'acier recuit, extrêmement brachypolaire, selon la dénomination de M. Jamin, soit longue de $0^m,050$ et ayant $0^m,030$ de diamètre. On l'entoure par une bobine d'à peu près même longueur, formée de fil de $0^{mm},5$, et d'environ $0^m,050$ de diamètre extérieur. Deux ou trois couples Bunsen sont suffisants. Pour étudier la polarité, on se sert du système mobile d'un galvanomètre à réflexion, ou, pour des expériences démonstratives, d'une petite boussole ayant son aiguille très mobile et une longueur de quelques millimètres. On ferme le courant dans un godet de mercure, et, après l'avoir ouvert, on approche la barre, tenue perpendiculaire au méridien, à l'aiguille ou au galvanomètre. Ces détails ne sont pas inutiles, car il est possible d'obtenir dans la barre la polarité dans le sens ordinaire en opérant d'une manière particulière.

» Si le courant est très fort, le phénomène de la polarité anomale ne se produit qu'après avoir magnétisé la barre, quelquefois dans les deux sens. Tout cela a été prévu avant l'expérience, et j'en réserve l'explication complète pour le travail annoncé plus haut. »

PHYSIQUE. — *Sur la photographie du spectre solaire*. Note de M. E. CONCHE, présentée par M. Desains.

« Dans le mois de février 1879, M. Ch. Cros présenta à l'Académie un résumé des recherches relatives à l'action que différentes lumières colorées peuvent exercer sur une couche de bromure d'argent imprégnée de matières colorantes organiques. A l'occasion de cette Communication, on déposa sur le bureau des épreuves destinées à manifester les différences des actions photographiques que des rayons prismatiques exercent sur des plaques sensibilisées avec des teintures différentes. La source de lumière employée pour faire ces épreuves était une lampe Drummond. L'appareil réfringent était en flint; le prisme avait 60° d'angle. Lorsqu'on interposait sur le trajet des rayons un verre au didyme, on obtenait sur la plaque les bandes d'absorption si caractéristiques de ce curieux métal.

» Ces photographies avaient été faites au laboratoire d'enseignement de Physique, à la Sorbonne, en janvier et février 1879. Dans les mois suivants, M. E. Conche, en profitant des indications de M. Cros, fit un grand nombre d'expériences sur la photographie du spectre solaire. Les épreuves qu'il publia en juillet dernier donnent, sur une étendue de $0^m,16$ environ, un spectre commençant à la raie A, se prolongeant jusqu'au violet, et dans lequel on peut compter à l'œil plus de cent cinquante raies. Ces épreuves sont actuellement utilisées, au laboratoire, dans tous les exercices relatifs à la Spectroscopie. Depuis l'époque où elles sont ainsi entrées dans le domaine de l'enseignement, M. Conche a continué ses recherches, et les clichés qu'il présente aujourd'hui à l'Académie donnent la prolongation du spectre jusque dans la région obscure symétrique du vert bleu par rapport au rouge extrême. Les plaques employées sont simplement des plaques à la gélatine bromurée du commerce. Seulement, il faut une pose suffisante, et d'autant plus longue que l'on veut s'avancer plus loin dans la région obscure. Les raies ainsi obtenues sont nombreuses et se groupent à l'œil en plusieurs paquets principaux, formant des sortes de bandes caractéristiques. Il est facile de mesurer leurs distances à la raie D; on connaît, d'autre part, celles qui, dans l'expérience photographique, séparaient le prisme de la plaque et la lentille objective. Avec ces données, on peut calculer les distances angulaires de la raie D à chacune des bandes dont il s'agit et, par suite, comparer les résultats obtenus photographiquement à ceux que

l'emploi des thermoscopes a fournis depuis plusieurs années, touchant la position des principales bandes froides des spectres obscurs. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la densité de l'iode à des températures élevées.* Note de MM. **J.-M. Crafts** et **F. Meier**, présentée par M. Friedel.

« M. Henri Sainte-Claire Deville a non seulement été le premier à étudier les densités des corps à une très haute température, mais il a su pénétrer au fond de la question dans ses études sur la dissociation et nous révéler la cause de beaucoup de cas de densités anomales. Dans les travaux de MM. Deville et Troost, la densité de l'iode est déterminée comme normale à 860° et 1040° et sert comme point de comparaison pour la mesure des autres densités. M. V. Meyer trouve, au contraire, la densité de l'iode anomale à partir de 590°. Le désaccord qui semble exister entre ces résultats nous a déterminés à contribuer à l'étude de ce sujet, en nous servant d'un procédé différent pour la mesure des températures et d'un appareil modifié pour les déterminations de densité. M. Victor Meyer a eu l'extrême obligeance de nous communiquer quelques détails sur son procédé, afin de faciliter la comparaison des deux séries de résultats.

» La détermination précise de la température nous a paru de la plus grande importance; voici les motifs qui nous ont conduits à ne pas nous servir de la méthode calorimétrique dans ces expériences : 1° la difficulté de retrouver dans une expérience de densité une température précisée par un essai calorimétrique. M. V. Meyer, en réglant la combustion du gaz dans un fourneau Perrot au moyen d'un robinet gradué, détermine et mesure une série de températures qui correspondent avec un débit connu de gaz. Nous avons mesuré avec un compteur la quantité de gaz brûlée par minute dans un grand nombre d'expériences, et nous avons reconnu que la température varie très notablement avec le tirage, de sorte qu'il faudrait, pour fixer la température, pouvoir mesurer en même temps la quantité d'air qui traverse le fourneau; mais une évaluation, même approximative, de cette quantité est très difficile et l'on ne peut pas être sûr par ces moyens de pouvoir établir à volonté une température donnée. 2° Les données fondamentales de la méthode calorimétrique ne sont pas encore très bien établies pour les très hautes températures, et il faudrait des expériences directes pour constater qu'un bloc de platine, chauffé, comme M. Meyer l'a fait, dans un cylindre de fer doux, prend une température égale à celle d'un cylindre

en porcelaine émaillé, chauffée à flamme nue dans la même enceinte. Il nous paraît douteux que toutes les parties d'un cylindre chauffé à flamme nue prennent une température égale, et dans toutes les expériences suivantes nous avons entouré le cylindre d'un moufle en fer ou en terre cuite.

» Nous nous sommes servis, pour la mesure des températures, d'une forme de thermomètre à air décrite dans une Note présentée à la dernière séance de l'Académie, et les expériences de densité ont succédé immédiatement aux déterminations de température; l'appareil, à cette fin, a été transformé par des ajutages très simples en un thermomètre à air de la forme ordinaire à pression constante. On ferme hermétiquement, après avoir introduit le vase contenant la substance qui doit se volatiliser, et, à un moment donné, on fait tomber le vase de la partie froide dans la partie chaude du thermomètre et on lit l'augmentation de volume.

» L'iode a été purifié par des précipitations fractionnées de sa dissolution dans l'iodure de potassium, en suivant exactement les prescriptions de M. Stas. Nous donnons dans les trois premières colonnes de la Table suivante les résultats obtenus à différentes températures par M. Meyer, aussi bien que les nôtres, qui constituent la seconde moitié de la Table; mais nous avons déjà développé les raisons qui nous font croire que les deux séries de mesures de température ne sont pas strictement comparables. Les colonnes $\frac{D'}{D}$ donnent les rapports entre les densités trouvées et la densité théorique de l'iode, qui égale 8,786.

Température.	Densité.	$\frac{D'}{D}$.	Température.	Densité.	$\frac{D'}{D}$.
450°	8,84, 8,85		445°	8,70, 8,78, 8,75	
586	8,73, 8,71, 8,71	0,99	830-880	8,04, 8,11	0,92
842	6,68, 6,80, 6,80	0,77	1020-1050	7,02, 7,18, 6,83	0,80
1030	5,75, 5,74	0,66	1275	6,07, 5,57	0,66
1570	5,60, 5,67, 5,71, 5,81	0,65	1390	5,23, 5,33	0,60

» Les chiffres de M. V. Meyer sont tirés d'une Communication publiée dans le dernier numéro du *Bulletin de la Société chimique de Berlin*. M. Meyer conclut de ses observations que l'iode se dissocie de la même manière que le chlore dégagé du chlorure de platine, que vers 1000° la densité se réduit à 0,66 de la densité normale pour rester constante à ce chiffre jusqu'à 1570°, qu'il regarde comme la plus haute température du fourneau Perrot. Nous évaluons cette même température à moins de

1400°, et à ce point nous trouvons une densité de l'iode inférieure aux deux tiers, qui seraient, suivant M. Meyer, la limite extrême de la dissociation. Nous trouvons la diminution de densité progressive sans point d'arrêt à partir de 600° jusqu'à la limite de nos observations, et nous supposons qu'à une plus haute température la densité peut devenir moitié de la densité normale. En d'autres termes, si la cause de la diminution est une dissociation, on peut admettre que la molécule I^2 tend à se séparer en 2 atomes.

» Nous espérons que des expériences ultérieures permettront de dresser une courbe qui exprimera avec une exactitude suffisante la relation entre la densité et la température, et les résultats obtenus avec les halogènes laissent entrevoir la possibilité de trouver un rapport entre la densité anomale et le poids atomique, rapport qu'il conviendrait de chercher aussi dans les autres groupes périodiques des éléments.

» Nous admettons que la densité est normale pour le chlore jusqu'à 1350°, décidément anomale pour l'iode et probablement intermédiaire pour le brome.

» Dans sa dernière Communication, M. Meyer développe des hypothèses qu'il fait pour expliquer la divergence entre ses résultats et ceux de MM. Deville et Troost, en supposant que la vaporisation rapide et la présence d'un gaz permanent peuvent favoriser la dissociation de l'iode. Nous ne voulons pas discuter ici la première de ces vues, d'autant plus que la seconde nous a paru très probablement suffisante pour expliquer les petites différences entre la densité que nous trouvons pour l'iode à 860° et 1040° et les chiffres de MM. Deville et Troost, et, avant d'avoir connaissance de la Note de M. Meyer, nous avons fait remarquer, à la Société chimique, que le rapprochement ingénieux fait par M. Deville entre les phénomènes d'ébullition et de dissociation pourrait donner la clef pour la solution du problème. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un mode de production de l'acétal.* Note de MM. R. Engel et de Girard, présentée par M. Wurtz.

« En faisant passer un courant d'hydrogène phosphoré non spontanément inflammable dans une solution éthérée d'aldéhyde convenablement refroidie, nous avons obtenu une petite quantité de cristaux blancs, solubles dans l'eau et qui renferment les éléments de l'hydrogène phosphoré.

» Dans l'espoir d'obtenir un meilleur rendement, qui nous permît d'étu-

dier cette matière, nous avons dissous de l'aldéhyde dans un peu plus de son volume d'alcool absolu et nous avons fait passer dans le mélange, pendant trois jours consécutifs, un courant d'hydrogène phosphoré. Le mélange fut en même temps refroidi à — 40° pendant plusieurs heures, puis à — 21° pendant toute la durée de l'opération. Il n'y eut pas dépôt de cristaux; mais l'eau sépara du mélange un liquide qui, après plusieurs lavages et dessiccation sur le chlorure de calcium, fut soumis à la distillation fractionnée.

» On obtint ainsi plusieurs produits passant au-dessous de 70°, puis le thermomètre s'éleva rapidement jusqu'à 102° environ et resta alors presque stationnaire.

» En recueillant séparément le produit passant à cette température et en le soumettant à une nouvelle distillation fractionnée, nous obtînmes un liquide bouillant vers 104°, d'une odeur éthérée particulière, ne renfermant pas de phosphore et jouissant de plus des propriétés suivantes.

» Il est peu soluble dans l'eau. Sa solution aqueuse, saturée à froid, se trouble sous l'influence d'une élévation de température, et le liquide plus léger que l'eau se sépare. Il est soluble dans l'éther et dans l'alcool et dissout lui-même l'iode, la toluidine, l'aniline.

» Traité par un mélange de bichromate de potassium et d'acide sulfurique, il s'oxyde en dégageant des vapeurs d'aldéhyde. L'acide sulfurique le dissout, puis le colore rapidement en brun. L'acide chlorhydrique le dissout également, et à chaud le colore en brun, en même temps qu'il se forme du chlorure d'éthyle. Il ne réduit pas l'azotate d'argent ammoniacal comme l'aldéhyde et n'est pas altéré par la potasse.

» Tous ces caractères sont ceux de l'acétal. Pour démontrer plus complètement que le produit que nous avions obtenu n'était autre chose que de l'acétal, nous avons pris la densité du liquide et celle de sa vapeur. Voici les résultats obtenus :

Densité du liquide prise à 13°	0,829	
Densité de l'acétal prise à 18°	0,825	(Stas)
Densité de l'acétal prise à 22°,4	0,821	(Stas)
Densité de vapeur du liquide : trouvé	4,3	
Densité de vapeur de l'acétal : trouvé	4,24	(Stas)
Densité de vapeur de l'acétal (théorique)	4,08	

» En faisant passer un courant d'hydrogène phosphoré dans un mélange d'alcool et d'aldéhyde à froid, on obtient donc de l'acétal. Le rendement est très considérable.

» L'expérience a été répétée et a donné les mêmes résultats. Un mélange d'alcool et d'aldéhyde n'a pas donné d'acétal, après avoir été soumis pendant un temps égal à l'action du froid. L'hydrogène phosphoré intervient donc dans la production de l'acétal.

» Parmi les produits les plus volatils, on a constaté l'odeur de l'éther ordinaire.

» Les vapeurs d'acétal ont une action énergique sur l'économie, mais n'amènent pas l'anesthésie.

» Il est probable que les basses températures auxquelles nous avons opéré ne sont pas nécessaires. Dans un prochain travail, l'un de nous fera connaître les résultats d'expériences faites à diverses températures et précisera les conditions les plus favorables à la préparation de l'acétal par ce procédé. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs spécifiques des solutions de potasse et de soude.* Note de M. **Hammerl**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai entrepris de mesurer les chaleurs spécifiques des solutions concentrées de potasse et de soude, quantités qui se présentent dans diverses observations thermochimiques.

» La méthode employée est celle de M. Berthelot (*Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 275). La solution contenue dans une bouteille de platine a été maintenue au préalable pendant une demi-heure à température constante, entre les limites de 30° à 40°. Les expériences sont pénibles, à cause de l'absence de mobilité des liqueurs, de leur peu de conductibilité et, par suite, de la difficulté d'y établir une répartition uniforme et certaine des températures. Voici mes résultats :

I. — *Potasse.*

KO contenu dans 100gr de dissolution.	Équivalents H^2O^2 pour 1éq KHO^2.	Équivalents $KHO^2 + nH^2O^2$.	Chaleur spécifique.	C, chaleurs moléculaires.	C', chaleur moléculaire de l'eau (18 *n*).	Différence. C — C'.
32,72	4,86	143,5	0,697	100,0	87,5	+12,5
25,48	7,13	184,3	0,737	135,8	128,3	+ 7,5
17,60	11,72	267,0	0,780	210,2	211,0	— 0,8
14,98	14,35	314,3	0,807	253,6	258,5	— 4,9
11,16	20,28	421,0	0,845	355,7	365,0	— 9,3
9,85	23,40	477,2	0,859	409,9	421,2	—11,3
7,78	30,44	603,9	0,833	533,3	548,0	—14,7
6,28	38,48	742,6	0,900	673,8	692,6	—18,8

» La formule suivante permet de calculer les chaleurs moléculaires quand on connaît les nombres n d'équivalents H^2O^2 contenus dans la solution

$$C = 18n - 28,08 + \frac{421,11}{n} - \frac{1027,74}{n^2}.$$

Je n'ai pas poursuivi cette étude sur des solutions plus étendues, celles-ci ayant été étudiées par M. Thomsen.

» *Soude.* — La détermination des chaleurs spécifiques des solutions de soude présente encore plus de difficultés que pour la potasse, à cause du peu de fluidité des liquides. J'ai obtenu les résultats suivants :

II. — *Soude.*

NaO contenu dans 100gr de dissolution.	Équivalents H^2O^2 pour 1éq $NaHO^2$ (n).	Équivalents $NaHO^2 + nH^2O^2$.	Chaleurs spécifiques.	C, chaleurs moléculaires.	C', chaleur moléculaire de l'eau (18n).	Différence C — C'.
38,34	2,27	80,9	0,816	66,0	40,9	+25,1
25,54	4,52	121,4	0,852	103,5	81,4	+22,1
19,82	6,47	156,5	0,869	136,0	116,5	+19,5
14,40	9,74	215,3	0,886	190,8	175,3	+15,5
7,21	21,67	430,1	0,924	397,4	390,1	+ 7,3

Les derniers chiffres sont un peu plus forts que ceux de M. Thomsen pour des liqueurs analogues.

» Dans une autre série d'expériences, j'ai opéré en dissolvant dans l'eau des quantités égales de solutions portées à des températures diverses; mais les résultats ont été moins satisfaisants que par la méthode précédente.

» La formule calculée est la suivante :

$$C = 18n + 0,43 + \frac{159,85}{n} - \frac{235,77}{n^2} \quad (^1) .»$$

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les alcalis du grenadier.* Note de M. **Ch. Tanret**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Ainsi qu'il ressort d'une Note précédente [2], l'écorce du grenadier contient quatre alcaloïdes volatils, dont trois sont liquides et l'autre est cristallisé. Ayant déjà indiqué les principales propriétés de celui-ci, je viens

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 716.

compléter celles des trois premiers, que j'isole maintenant complètement. Je désignerai ces corps sous les noms de *pelletiérine, isopelletiérine, méthylpelletiérine* et *pseudopelletiérine*.

» *Séparation*. — Étant donné un mélange des quatre alcalis à l'état de sels, on traite leur solution par un excès de bicarbonate de soude et l'on agite avec du chloroforme. En agitant ensuite celui-ci avec de l'acide sulfurique étendu, on obtient une solution qui contient les sulfates de méthyl et de pseudopelletiérine. On ajoute alors de la potasse caustique à la première liqueur, et, en répétant le traitement par le chloroforme et l'acide, on a une solution des sulfates de pelletiérine et d'isopelletiérine.

» 2. *Méthylpelletiérine*. — Pour isoler cet alcali, j'ai mis à profit le principe de la méthode des saturations fractionnées. Prenant le mélange des sulfates obtenu par le bicarbonate de soude, on le décompose partiellement par un alcali et l'on agite avec du chloroforme; puis on agite celui-ci avec un acide. La méthylpelletiérine se concentre ainsi dans les premières portions mises en liberté, et, après avoir suffisamment répété ces traitements, on n'arrive plus à augmenter son pouvoir rotatoire. On peut considérer comme pur le sel obtenu. Pour obtenir la méthylpelletiérine, on décompose par un alcali caustique une solution concentrée d'un de ses sels. On déshydrate l'alcali mis en liberté sur des fragments de potasse et l'on distille dans un courant d'hydrogène.

» *Composition*. — Le chlorhydrate, ayant un pouvoir rotatoire de $\alpha_{[D]} = +22^{\circ}$, a donné à l'analyse les résultats suivants :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour la formule $C^{18}H^{17}AzO^2$.
C	55,90	56,30	56,38
H	9,61	9,32	9,40
Az	7,15	»	7,31
Cl	18,44	»	18,53

» La composition de la méthylpelletiérine peut donc être représentée par la formule $C^{18}H^{17}AzO^2$.

» *Propriétés*. — Cet alcali est liquide. Il se dissout dans vingt-cinq fois son poids d'eau à 12°. Il est très soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme. Il bout à 215°.

» Le pouvoir rotatoire du chlorhydrate est de $\alpha_{[D]} = +22^{\circ}$.

» Les sels de cet alcaloïde sont extrêmement hygrométriques.

» 3. *Pseudopelletiérine*. — Cet alcali est cristallisé. Pour l'obtenir, on

concentre la liqueur dépouillée de méthylpelletiérine et on la traite par la potasse caustique, puis on agite avec de l'éther. Par évaporation du dissolvant, on obtient des cristaux que plusieurs cristallisations donnent tout à fait purs. La composition de cet alcaloïde a été donnée dans la Note précédente; elle est représentée par la formule $C^{18}H^{15}AzO^{2}$.

» 4. *Pelletiérine.* — On met à évaporer sur l'acide sulfurique la solution des sulfates obtenus par l'action des alcalis caustiques, puis, quand la masse est sèche, on l'expose à l'air sur des doubles de papier brouillard. Elle ne tarde pas à tomber partiellement en déliquescence et abandonne sur le papier des cristaux à peine hygrométriques. C'est le sulfate de la pelletiérine. Quant au sel qui a pénétré le papier et qui, si l'on a eu soin d'arrêter à temps l'exposition à l'air, n'a pas de pouvoir rotatoire, c'est le sulfate de l'isopelletiérine. Pour obtenir l'alcali pur, on achève l'opération comme pour la méthylpelletiérine, en ayant soin de distiller à basse pression, l'ébullition à la température ordinaire l'altérant rapidement.

» *Composition.* — Les analyses de son chloroplatinate et de son chlorhydrate lui font assigner la formule $C^{16}H^{15}AzO^{2}$.

» Avec le chloroplatinate on a obtenu les résultats suivants :

	Trouvé.			Calculé pour la formule
	I.	II.	III.	$C^{16}H^{15}AzO^{2}, HCl, PtCl^{2}$.
C..................	27,28	27,53	28	27,74
H..................	4,64	4,88	4,74	4,64
Az.................	3,80	»	»	4,07
Pt.................	28,37	28,35	»	28,38

» Les analyses de son chlorhydrate ont donné :

	Trouvé.		Calculé pour la formule
	I.	II.	$C^{16}H^{15}AzO^{2}HCl$.
C..................	53,71	54,20	54,08
H..................	8,92	8,97	9,01
Az.................	7,70	»	7,88
Cl.................	19,85	»	20,00

» *Propriétés.* — La pelletiérine est un alcali liquide et incolore quand il vient d'être obtenu dans un courant d'hydrogène. Il est remarquable par la rapidité avec laquelle il absorbe l'oxygène en se résinifiant. Sa densité à zéro est de 0,988. Il se dissout à froid dans vingt fois son poids d'eau, et il en dissout son poids. Il est soluble en toutes proportions dans l'éther, l'alcool, le chloroforme. A la pression ordinaire, il bout à 195°; il distille

alors en se décomposant en partie. Sous une pression de 10^{cm}, le point d'ébullition s'abaisse à 125°.

» Le sulfate de pelletiérine a un pouvoir rotatoire de $\alpha_{[D]} = -30°$. Si l'on porte à 100° l'alcali libre, le pouvoir rotatoire disparaît.

» Les sels de pelletiérine perdent une partie de leur base quand on les chauffe soit secs, soit en solution aqueuse.

» 5. *Isopelletiérine.* — Cette base s'isole comme il vient d'être dit. Voici l'analyse de son chlorhydrate :

	Trouvé.			Calculé pour la formule
	I.	II.	III.	$C^{16}H^{15}AzO^2HCl$.
C	53,20	53,33	53,23	54,08
H	8,63	8,75	8,85	9,01
Az	7,60	»	»	7,88
Cl	19,85	»	»	20,00

» Sa formule étant, comme celle de la pelletiérine, $C^{16}H^{15}AzO^2$, on peut considérer ces deux bases comme isomères.

» *Propriétés.* — L'isopelletiérine est un alcali liquide sans action sur la lumière polarisée. Sa densité, sa solubilité dans l'eau et son point d'ébullition sont les mêmes que pour la pelletiérine. »

MINÉRALOGIE. — *Production artificielle d'une leucotéphrite identique aux laves cristallines du Vésuve et de la Somma. Formes naissantes cristallitiques de la leucite et de la néphéline.* Note de MM. **F. Fouqué** et **A. Michel Lévy**, présentée par M. Daubrée.

« I. Nous avons eu l'honneur de présenter, le 18 novembre 1878, à l'Académie une Note contenant la description d'une roche artificielle identique aux laves de l'Etna et composée d'augite, de labrador et de fer oxydulé. Des recherches postérieures (¹) nous ont permis d'obtenir des associations de leucite et d'augite, comparables aux leucitites naturelles.

» Mais nous n'étions pas parvenus à réunir dans un même magma cristallin la leucite et les feldspaths tricliniques. Pour combler cette lacune, nous avons dû modifier légèrement le procédé précédemment employé, et tenir compte de la différence considérable de fusibilité des deux minéraux.

» On fond en un verre homogène les éléments chimiques du mélange;

(¹) *Bull. Soc. minéral.*, 1879, p. 111.

puis on scinde en deux temps l'opération qui doit amener la formation des cristaux. On maintient d'abord pendant vingt-quatre heures le culot au rouge blanc; les éléments de la leucite s'isolent et passent à l'état cristallin. Puis, dans un second temps, la matière est maintenue pendant vingt-quatre heures au rouge cerise, à une température légèrement inférieure à celle de la fusion du feldspath cherché. Tout le culot se prend alors en une masse cristalline.

» Nous avons traité ainsi un mélange de silice, d'alumine, de potasse, de soude, de magnésie, de chaux et d'oxyde de fer, représentant 1 partie d'augite, 4 de labrador et 8 de leucite. Les culots obtenus, réduits en lames minces, nous ont montré au microscope l'augite, le labrador et la leucite, sensiblement dans les proportions attendues; il s'est produit en outre de petits octaèdres réguliers de fer oxydulé et de picotite, dont la consolidation est antérieure même à celle de la leucite, comme dans les roches naturelles.

» L'augite est en petits microlithes verts, allongés suivant $h^1 g^1$; le labrador en grands microlithes maclés suivant la loi de l'albite et allongés parallèlement à pg^1. La leucite se présente en grands et petits trapézoèdres a^2, a_2, b^1; quelques échantillons permettent une mesure très approximative des angles.

» Tous ces minéraux possèdent les propriétés optiques qui caractérisent leurs similaires naturels; un grand nombre de cristaux de leucite présentent notamment les macles alternantes suivant les faces de l'octaèdre b^1; l'interposition d'une lame de quartz rend ces macles très apparentes.

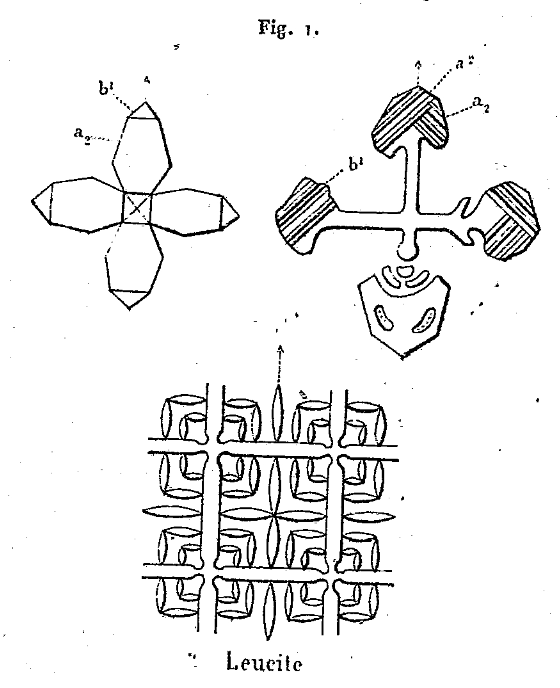
» II. Quand on arrête l'opération au bout du premier temps, c'est-à-dire après vingt-quatre heures de chauffe au rouge blanc, on retire un culot à fond vitreux, hérissé de petites sphérules blanchâtres de leucite; pendant le refroidissement, au milieu des parties d'apparence vitreuse, on voit brusquement de nouvelles sphérules se développer, comme si les éléments constitutifs de la leucite, déjà groupés entre eux, n'attendaient qu'une température favorable pour manifester leur individualité cristalline. Il est à remarquer que ce phénomène ne se produit qu'après maintien, pendant vingt-quatre heures, du mélange à haute température.

» L'examen des plaques minces provenant d'un pareil culot présente un haut intérêt au point de vue des formes naissantes des cristaux de leucite. Les cristallites de ce minéral (*fig.* 1) se présentent en arborisations sensiblement rectangulaires, dont chaque élément est un petit cristal, à formes généralement nettes, présentant en profil les faces a_2, a^2 et b^1. La jonction de ces cristaux se fait suivant les faces b^1 et leur ensemble con-

stitue un groupement de 6 éléments à angle droit, de telle façon qu'on voit souvent en plan des croix régulières.

» Entre les nicols croisés, avec une lame de quartz interposée, les deux

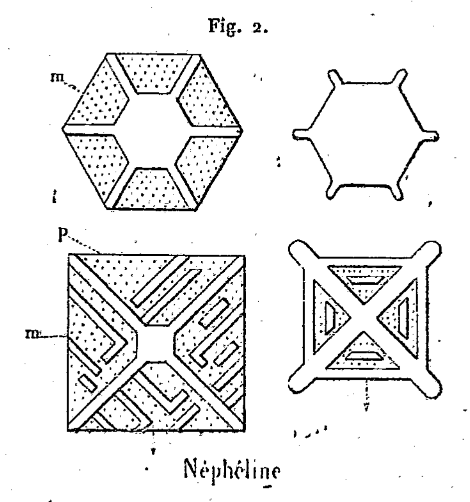
Fig. 1.



Leucite

séries d'éléments à angle droit se colorent de deux teintes différentes. L'extinction a lieu simultanément, dans le sens des branches de la croix.

Fig. 2.



Néphéline

Quand un cristal bien formé sert de centre à ces arborisations, on constate que ses propres macles sont bien parallèles aux faces b^1 des éléments am-

biants. Un pareil assemblage explique les formes pseudo-cubiques si constantes dans la leucite.

» Dans nos expériences de reproduction de la néphéline, il s'est également produit des formes naissantes (*fig.* 2). Les cristallites de néphéline ne présentent pas la complication de ceux de la leucite. Leur orientation optique est unique; ils se composent d'éléments allongés, parallèles soit aux diagonales, soit aux côtés des sections passant par deux arêtes *mm* opposées. »

MINÉRALOGIE. — *Reproduction artificielle du spinelle et du corindon.* Note de M. STAN. MEUNIER.

« En faisant récemment connaître à l'Académie une méthode qui fournit l'enstatite artificielle, avec tous les caractères offerts par cette espèce minérale dans la substance des météorites, j'indiquais une modification au mode opératoire adopté, qui conduirait sans doute à la formation des aluminates. Cette prévision a été pleinement confirmée, et je viens annoncer aujourd'hui non seulement la synthèse de l'aluminate de magnésie, ou spinelle, mais encore la reproduction artificielle du corindon.

» L'expérience a consisté à mettre en présence, dans un tube chauffé, le chlorure d'aluminium, la vapeur d'eau et le magnésium métallique. Le chlorure d'aluminium étant solide, il m'a paru commode de le placer à l'avance dans le tube, de telle sorte que les rubans de magnésium y fussent simplement enfouis. Dès que la température a atteint le rouge, on a laissé arriver la vapeur d'eau. L'opération a pris fin quand l'acide chlorhydrique a cessé de se dégager.

» Après refroidissement, le tube contient une substance ayant conservé par endroits la forme des rubans métalliques, et qui, au premier abord, semble tout à fait amorphe. Au microscope, on constate, au contraire, qu'elle est cristallisée, au moins pour la plus forte part.

» Les cristaux, groupés ordinairement en druses, sont absolument limpides et incolores; ils consistent, pour la plupart, en octaèdres réguliers et en cubes absolument inactifs sur la lumière polarisée. Leur dureté extrême et leur inaltérabilité absolue dans l'acide azotique bouillant les identifie, comme leur composition, avec le spinelle naturel. Dans certaines portions du tube, ils sont mélangés de périclase ou magnésie cristallisée, attaquable dans l'acide azotique et résultant sans doute de l'action, étudiée déjà, de

l'acide chlorhydrique sur la magnésie. On y aperçoit aussi quelques grains, de forme allongée, très actifs, et qui semblent être du corindon.

» Ce résultat si net, que j'ai eu l'honneur de soumettre à M. Daubrée et à M. Des Cloizeaux, m'a naturellement engagé à tenter la reproduction de la galinite ou spinelle zincique, et, pour cela, le zinc prit simplement dans l'expérience la place du magnésium. Toutefois, l'aluminate de zinc ne se fit pas, et je crois pouvoir attribuer cet insuccès à la température trop peu élevée qui fut atteinte, et qui resta inférieure au point de volatilisation du métal. Celui-ci, réuni en une sorte de lingot, n'avait subi qu'une oxydation très faible. Pourtant la poudre blanche qui remplissait le tube se montra parsemée d'une multitude de lamelles hexagonales, d'une netteté et d'une régularité admirables, tout à fait inactives d'ailleurs sur la lumière polarisée. Un premier essai ayant démontré que ces cristaux, inattaquables aux acides, ne renferment point de zinc, il devint probable qu'ils étaient constitués par l'alumine pure et représentaient, par conséquent, une imitation artificielle du corindon de la nature.

» Pour m'en assurer, je soumis, à l'action de la vapeur d'eau seule, du chlorure d'aluminium déposé dans un tube de porcelaine chauffé au rouge : c'était, comme on voit, une simple variante de ces expériences célèbres qui ont donné l'oligiste à Gay-Lussac et la cassitérite à M. Daubrée, et j'ai peine à croire, malgré le mutisme des livres à cet égard, que les chimistes ne l'aient pas tenté déjà depuis longtemps. Quoi qu'il en soit, cette manipulation si simple a donné, avec une abondance extrême, les lamelles hexagonales précédemment signalées et il n'y a plus maintenant à douter de leur vraie nature.

» Ces diverses expériences, faciles à vérifier par tout le monde, contribueront, je crois, à appuyer pour leur part les idées de Davy, de Gay-Lussac et de M. Daubrée, sur l'existence d'un noyau métallique non oxydé dans les régions infra-granitiques. L'eau et le chlorure de silicium étant des agents qui jouent nécessairement un grand rôle dans la chimie des profondeurs, il semble que les essais dont on vient de lire un exposé sommaire reproduisent un ensemble de conditions réalisées dans la nature. C'est d'ailleurs un point de vue que je ne fais que toucher ici, me promettant d'y revenir en décrivant très prochainement la synthèse, obtenue par la méthode qui m'occupe en ce moment, de silicates alumineux et de silico-aluminates alcalins. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence normale du cuivre dans les plantes qui vivent sur les roches de la formation primordiale.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« *Résumé et conclusions.* — Dans un Mémoire récent (¹), j'ai montré que le cuivre existe à l'état de diffusion complète dans toutes les roches de la formation primordiale et dans celles qui proviennent directement de leur destruction. Parmi les nombreuses conséquences qu'entraîne ce fait général se trouve en particulier la suivante : Toutes les plantes qui se développent sur les roches de la formation primordiale et sur celles qui en dérivent directement doivent contenir du cuivre en proportion sensible.

» I. J'ai recueilli moi-même, en vue du Mémoire actuel : 1° entre Cannes et Saint-Nazaire (Var), quatre-vingt-douze échantillons de chêne liège; 2° dans la même région primordiale du Var, deux cent soixante-trois échantillons de plantes diverses; 3° du cap Corse à Ajaccio, quarante-huit échantillons; 4° sur divers points de la côte d'Afrique, entre Bône et Alger, cinquante-deux échantillons.

» II. La silice et l'alumine qui constituent la partie argileuse des terrains marneux sont des produits, souvent directs, de la destruction des roches primordiales. Ces roches et les plantes qui se développent au-dessus d'elles doivent, dès lors, renfermer du cuivre : j'ai recueilli, dans le grand horizon marneux de la région de Digne, cent vingt-huit échantillons de chêne blanc.

III. Il n'est pas de question qui ait été plus agitée par les savants, même en dehors des géologues, que celle de l'origine et du mode de formation des terrains dolomitiques; rien n'est plus naturel, car le rôle des terrains dolomitiques dans la constitution de notre globe est si considérable que, suivant la solution qui sera donnée de leur origine, les bases mêmes de la Géologie seront modifiées jusque dans leurs profondeurs. Depuis près de vingt ans, je n'ai pas cessé de m'occuper de ces questions, et aujourd'hui je suis arrivé à la conclusion suivante : *la chaleur n'a pas pris le moindre rôle dans la formation des terrains dolomitiques;* ce sont des dépôts marins, sédimentaires au sens ordinaire du mot, mais souvent effectués dans des eaux marines déjà concentrées. J'apporterai très prochainement les preuves géolo-

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XVIII.

giques et surtout chimiques qui m'ont amené à cette conclusion. En attendant, elle entraîne cette conséquence que les terrains dolomitiques doivent renfermer du cuivre à l'état de dissémination, puisque, comme je l'ai montré ailleurs [1], des combinaisons cuivreuses accompagnent toujours les dépôts qui se forment dans les eaux marines quand elles se concentrent. J'ai recueilli : 1° sur le grand horizon infraliasique du midi de la France, depuis Mende jusqu'à Nice, soixante-huit échantillons de chêne blanc; 2° sur l'horizon dolomitique du corallien supérieur à *Terebratula moravica*, entre Marseille et Nice, quarante-deux échantillons de chêne vert.

» IV. Quelle que soit l'hypothèse que l'on adopte pour expliquer l'origine du calcaire cristallisé relativement pur, il me semble impossible de ne pas admettre qu'une grande partie au moins s'est déposée au sein des eaux, et la pureté même du calcaire entraîne cette conséquence, qu'il s'est formé en dehors de tout élément vaseux, par conséquent en dehors de tout apport direct des roches primordiales. Il ne devra donc renfermer, de ce chef, que des traces minimes de cuivre, et il devra en être de même pour les plantes (rares et peu importantes) qui se développent sur ces calcaires.

» *Résultats obtenus.* — 1° Le cuivre existe dans toutes les plantes qui se développent sur les roches de la formation primordiale; sa proportion est suffisante pour qu'il puisse être reconnu avec certitude, même par la réaction de l'ammoniaque, en employant 1^{gr} de cendre seulement.

» 2° Chacun des cent vingt-huit échantillons de chêne blanc des terrains marneux m'a permis de reconnaître la présence du cuivre avec 1^{gr} de cendre, bien que, en général, la proportion de ce métal fût inférieure à celle des plantes des terrains primordiaux.

» 3° Tous les échantillons recueillis dans les horizons dolomitiques ont fourni du cuivre nettement reconnaissable dans 1^{gr} de cendre; mais, suivant les échantillons, il y a eu de grandes variations.

» 4° Les plantes qui vivent sur les calcaires relativement purs ne m'ont plus fourni trace de cuivre dans les conditions des trois groupes précédents. Pour arriver à le reconnaître avec certitude, j'ai dû élever parfois jusqu'à 100^{gr} le poids de la cendre sur laquelle j'opérais.

» Existe-t-il normalement du cuivre dans les organes des animaux et dans ceux de l'homme? L'ensemble des faits exposés dans ce Mémoire et dans le précédent me permet d'aborder cette question si souvent agitée et cependant si peu résolue. Ces faits, du reste, montrent déjà que la question

---

(1) *Loc. cit.*

est moins simple et surtout beaucoup moins absolue qu'on ne l'avait cru jusqu'ici. J'aurai l'honneur d'apporter prochainement à l'Académie la solution de la partie qui se rapporte aux animaux et à l'homme vivant sur la formation primordiale. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur l'innervation vaso-motrice, la circulation du foie et des viscères abdominaux.* Note de M. LAFFONT, présentée par M. Vulpian.

« Dès l'année 1848, après la découverte de l'apparition du diabète par la piqûre du plancher du quatrième ventricule, lorsque Cl. Bernard eut démontré que l'effet de cette piqûre était d'augmenter la circulation des viscères abdominaux, les auteurs se préoccupèrent du mécanisme de cette suractivité circulatoire. Les uns, avec Cl. Bernard, en présence de la non-permanence du diabète après la piqûre et de sa disparition après la section de la moelle à un certain niveau, conclurent que la suractivité circulatoire était le résultat d'une dilatation active des vaisseaux. Le plus grand nombre ne virent dans ce phénomène qu'une paralysie vaso-motrice, une dilatation passive.

» J'ai recherché s'il existe pour les organes intra-abdominaux des nerfs dilatateurs proprement dits, à action centrifuge, dont l'excitation du bout périphérique produise une dilatation des vaisseaux des organes innervés et une baisse de la pression artérielle dans le même territoire.

» 1° Sur de jeunes chiens de quatre à huit jours, j'ai ouvert le canal vertébral, sectionné la moelle en deux points, de façon à avoir un tronçon isolable comprenant les deux premières paires de nerfs dorsaux. L'excitation de ce tronçon par courant faradique faible a produit une congestion nette et progressive du foie, jaune rougeâtre chez ces jeunes animaux, et qui, sous l'influence de l'excitation, s'est injecté par îlots.

» 2° Sur des animaux adultes, l'excitation faradique faible du bout périphérique bien isolé des racines de la première paire de nerfs dorsaux a amené une baisse primitive et d'emblée de la pression artérielle abdominale, interrogée soit dans l'artère mésentérique supérieure, au moyen d'une canule simple, soit dans l'artère splénique ou hépatique, au moyen d'un ajutage en T.

» L'isolement parfait du bout périphérique des racines de la première paire dorsale est absolument indispensable, ainsi que l'emploi d'un cou-

rant très faible, car le moindre courant dérivé sur la moelle provoque, au lieu de l'abaissement de la pression artérielle, une énorme augmentation de cette pression.

» Dans une autre série d'expériences, j'ai pu voir que c'est bien par l'intermédiaire de ces nerfs dilatateurs que se produit l'effet de la piqûre du quatrième ventricule, car, à la suite de l'arrachement des deux ou trois premières paires de nerfs dorsaux, une glycosurie intense, produite par la piqûre diabétique, est tombée, en une heure trente minutes, de $44^{gr},5$ de sucre à 12^{gr}.

» C'est encore par l'intermédiaire des mêmes nerfs dilatateurs que survient la glycosurie signalée par Cl. Bernard à la suite de la faradisation des bouts centraux des nerfs vagues, car, dans un grand nombre d'expériences, j'ai toujours vu que, sur des chiens curarisés, l'arrachement des deux ou trois premières paires dorsales supprime la baisse de la pression artérielle que l'on obtient toujours sans cela, lorsqu'on excite avec un courant faible les bouts centraux des deux nerfs pneumogastriques. Bien mieux, après arrachement des deux ou trois premières paires dorsales, l'excitation faradique des bouts périphériques des deux nerfs vagues amène une élévation de la pression.

» Un autre point était encore à éclaircir. Les auteurs, et en particulier M. Vulpian ([1]), ont pensé que, si l'excitation des bouts centraux des nerfs vagues produit un abaissement de la pression artérielle, de la même façon que l'excitation des bouts centraux des nerfs dépresseurs, c'est que cette excitation des nerfs vagues chez le chien revient à une excitation des nerfs dépresseurs confondus avec les nerfs vagues chez cet animal.

» Effectivement, j'ai constaté que l'excitation faradique des bouts centraux des nerfs dépresseurs provoque une glycosurie intense (fait signalé déjà, à mon insu, par W. Filehne, à Erlangen).

» De plus, comme pour les nerfs vagues chez le chien, l'excitation faradique des bouts centraux des nerfs dépresseurs chez le lapin ne provoque plus, après arrachement des deux ou trois premières paires dorsales, sans lésion de la moelle, l'abaissement typique de la pression artérielle; au contraire, on voit survenir dans ces conditions une élévation de cette pression.

» Enfin, l'excitation faradique des bouts centraux des nerfs dépresseurs m'a encore permis de suivre le mode d'action de la piqûre du plancher du quatrième ventricule et d'établir l'existence de deux foyers symétriques ou

([1]) *Leçons sur l'appareil vasomoteur*, t. I, p. 360.

centres dilatateurs du foie et des viscères abdominaux. En effet, après avoir préparé les nerfs dépresseurs et pris un tracé type de la pression pendant l'excitation du bout central de l'un de ces nerfs, je fais la piqûre du quatrième ventricule, à gauche par exemple. Immédiatement après, l'excitation du bout central du nerf dépresseur du côté de la piqûre produit encore son effet classique; mais, une heure après, la même excitation du même nerf ne produit plus aucun abaissement, mais au contraire une élévation de la pression artérielle si l'on augmente la force du courant, tandis qu'au même moment l'excitation portée sur le bout central du nerf dépresseur opposé amène toujours le même abaissement typique de la pression.

» Il en est de même, si l'on interroge l'excitabilité des nerfs dépresseurs, le lendemain, alors que le sucre a disparu des urines.

» Dans ces conditions, l'excitation du nerf dépresseur du côté de la piqûre n'a aucun effet sur la pression artérielle; l'excitation du nerf dépresseur du côté sain provoque constamment l'abaissement de la pression artérielle.

» Ainsi, l'effet de la piqûre du plancher du quatrième ventricule est primitivement une excitation du centre dilatateur; mais, bientôt, l'hémorrhagie consécutive à la piqûre amène une paralysie par destruction de ce centre, d'où disparition de la glycosurie, au bout de vingt-quatre heures au plus, par cessation de l'excitation et non par suite de la fièvre ou de tout autre effet du traumatisme, puisque, le lendemain, alors que le sucre a disparu des urines, j'ai pu reproduire la glycosurie en excitant le bout central du nerf dépresseur du côté sain ou en piquant le quatrième ventricule de ce côté.

» *Conclusions.* — Mes expériences, faites sur des chiens et des lapins, établissent donc :

» 1° L'existence des nerfs vaso-dilatateurs du foie et des organes abdominaux émanant de la moelle par les trois premières paires de nerfs dorsaux.

» 2° L'hyperglycémie et la glycosurie résultant de l'excitation faradique des bouts centraux des nerfs vagues chez le chien, des nerfs dépresseurs chez le lapin et des nerfs sensibles en général est le résultat d'une impression apportée par ces différents nerfs aux centres vaso-dilatateurs symétriques contenus dans le bulbe, d'où partent des nerfs dilatateurs cheminant dans la moelle jusqu'à la hauteur de la première paire de nerfs dorsaux, à partir de laquelle, jusqu'à la troisième paire peut-être, ils sortent de la moelle, pour gagner la chaîne sympathique et de là les nerfs splanchniques.

» 3° L'arrachement des deux ou trois premières paires de nerfs dorsaux supprime l'effet, sur la circulation abdominale, des excitations des bouts centraux des nerfs vagues et des nerfs dépresseurs, et de la piqûre du plancher du quatrième ventricule [1]. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les caractères anatomiques du sang dans les phlegmasies.* Deuxième Note de M. G. **Hayem**, présentée par M. A. Vulpian.

« *Altérations qualitatives des éléments du sang.* — Le caractère essentiel du sang dans les phlegmasies consiste en une modification profonde du processus de coagulation.

» I. *a.* Pour étudier ce processus, il convient de faire une préparation de sang pur, étalé en lame mince, de façon que la couche de sang ait environ 7μ,5 d'épaisseur et que par suite les globules rouges puissent se placer facilement de champ. On voit alors les éléments prendre une disposition générale toute particulière.

» Les hématies sont réunies sous la forme de piles, serrées les unes contre les autres et en partie confondues, de manière à former des amas compactes, dont le bord est relativement peu sinueux. Ces amas volumineux, reliés presque tous entre eux, circonscrivent des espaces plasmatiques irréguliers, plus larges et moins nombreux que ceux du sang sain, espaces qui, étant entourés de tous côtés par des éléments colorés, prennent l'apparence de véritables *lacs*.

» Lorsque, après la coagulation du sang, on cherche à dissocier ces amas, on reconnaît que les hématies sont reliées entre elles par des filaments de fibrine extrêmement fins, faisant prendre à un grand nombre des éléments qui s'écartent des piles une forme étirée, crénelée ou piriforme. Je me suis assuré que cette particularité n'est que l'exagération d'un fait physiologique, et je pense que, dans les phlegmasies, le groupement des globules rouges en amas considérables est dû à la viscosité anomale qu'acquièrent ces éléments lorsque la petite atmosphère de fibrine qui les englue augmente d'épaisseur.

» Les autres altérations que les hématies peuvent présenter dans les phlegmasies ne sont pas indubitablement la conséquence du processus inflam-

---

(1) Travail du laboratoire de Physiologie expérimentale de M. P. Bert à la Sorbonne.

matoire. Il n'y a pas, même lorsque la fièvre est vive, de modification sensible dans les dimensions de ces corpuscules.

» *b*. Dans les lacs circonscrits par les éléments colorés, on remarque d'abord un nombre insolite de globules blancs.

» Cette augmentation de nombre porte d'une manière égale sur les différentes variétés, qui conservent entre elles sensiblement les mêmes rapports que dans le sang normal. De plus, ces éléments ne paraissent pas histologiquement altérés; ils présentent les mêmes mouvements amœboïdes qu'à l'état sain, mais avec cette différence que parfois leur reptation est entravée par les filaments de fibrine qui les entourent et qui paraissent pouvoir y adhérer.

» *c*. Au moment même où la préparation vient d'être faite, les lacs contiennent un grand nombre d'hématoblastes, qui, à l'instar des hématies, sont devenus plus visqueux, plus adhésifs les uns aux autres et qui, par suite, forment bientôt des amas dépassant notablement en volume ceux du sang normal. Néanmoins, un grand nombre d'entre eux restent isolés ou disposés par petits groupes de deux, trois, quatre.

» Les plus volumineux des amas peuvent atteindre jusqu'à 40^{μ} dans leur plus grand diamètre; la plupart n'ont que 10^{μ} à 20^{μ}. On trouve d'ailleurs tous les intermédiaires, depuis l'hématoblaste isolé jusqu'aux plus gros amas, composés environ d'une cinquantaine d'éléments.

» Bientôt apparaît un réticulum fibrineux singulièrement plus net et plus dense que dans aucune autre circonstance. Il est constitué par plusieurs réseaux superposés, dont les mailles étroites et irrégulières règnent dans toute l'étendue des lacs. Les filaments qui le forment sont à la fois plus nombreux et plus volumineux que ceux du sang normal; les principaux d'entre eux partent en rayonnant, et par une base large, des amas d'hématoblastes, et concourent, en s'effilant, à former les mailles du réticulum.

» Pendant cette formation, les hématoblastes ont perdu leur individualité; ils se sont transformés en petits blocs d'aspect céroïde, d'où se hérissent une quantité parfois si exubérante de fibrilles, que les plus gros prennent l'apparence d'une boule épineuse tout à fait caractéristique.

» Il faut encore noter, en différents points du réseau, de petits treillis extrêmement serrés, remplis de points brillants, dus sans doute à l'apparence que prennent les fibrilles, qui, en se portant d'une surface de verre à l'autre, se présentent de champ à l'observateur.

» II. Pour prendre une connaissance plus complète du réticulum, il est

utile de soumettre une préparation de sang coagulé au lavage à l'eau et de colorer le caillot par l'iode ou par un sel de rosaniline.

» On met ainsi en évidence quelques particularités nouvelles : 1° au niveau des points occupés d'abord par les amas d'hématies se montre un réseau extrêmement fin, à petites mailles, relativement régulières, se continuant avec le réseau des lacs, mais ne contenant ni hématoblastes ni globules blancs, ces éléments ayant été complètement refoulés dans les espaces plasmatiques par l'empilement serré des hématies; 2° au milieu du réseau des lacs, un certain nombre de globules blancs restent étalés, malgré l'action de l'eau, sous la forme d'une plaque irrégulière, anguleuse, fixée dans cette position par des filaments fibrineux qui adhèrent manifestement à plusieurs des angles de la plaque et paraissent même en partir. C'est là une disposition que je n'ai pas encore vue dans le sang sain.

» III. En traitant le sang, dès sa sortie des vaisseaux, par le liquide que j'emploie pour faire la numération des éléments du sang normal [1], il se forme dans le mélange des grumeaux insolites dont les plus gros sont visibles à l'œil nu. Au microscope, ces grumeaux se montrent composés d'amas d'hématoblastes entourés d'une substance finement granuleuse ou fibrillaire, visqueuse, à laquelle adhèrent un certain nombre de globules blancs et d'hématies. Cette réaction est constante, d'une extrême sensibilité; elle peut être considérée comme le moyen le plus simple et le plus expéditif de mettre en évidence l'augmentation de la fibrine dans le sang.

» IV. Les altérations que nous venons de décrire existent aussi bien, mais à un degré moins accusé, dans les phlegmasies chroniques que dans les aiguës. Dans ces dernières, au moment de la convalescence, le processus de coagulation ne reprend pas brusquement ses caractères normaux; il est encore, dans ces conditions, étroitement lié aux particularités que présentent les hématoblastes. La crise hématique que nous avons signalée dans notre précédente Note n'est pas uniquement constituée par un accroissement numérique de ces corpuscules : elle est encore caractérisée par des modifications qualitatives. A ce moment, en effet, les hématoblastes ne contiennent plus autant de matière transformable en fibrine; ils se groupent sous la forme d'amas souvent considérables, dans lesquels les éléments, devenus plus résistants, conservent longtemps leur individualité propre; ils possèdent, en un mot, les caractères particuliers aux éléments intermédiaires aux hématoblastes et aux globules rouges.

---

[1] *Voir* la formule de ce liquide dans les *Arch. de Phys. norm. et path.*, p. 700; 1878.

» V. Ces faits anatomiques confirment l'importance que les médecins français ont attachée à la constatation de la couenne inflammatoire et au dosage de la fibrine concrète. Ils paraissent, en effet, établir que la fibrine est un produit élaboré en grande partie, sinon en totalité, par les éléments anatomiques eux-mêmes, et que les variations quantitatives en sont, en tout cas, étroitement subordonnées aux altérations évolutives et nutritives de ces éléments. »

ANATOMIE GÉNÉRALE COMPARÉE. — *Sur les cellules godronnées et le système hyalin intra-vaginal des nerfs des Solipèdes*. Note de M. J. RENAUT, présentée par M. Bouley.

« I. Lorsqu'on a dégagé l'un des faisceaux du médian ou du facial de tout son tissu connectif périfasciculaire, il se montre, chez l'Ane ou le Cheval, et après un traitement convenable par l'acide osmique, sous la forme d'un cylindre régulier, noir et limité extérieurement par la gaîne lamelleuse. Si l'on fend longitudinalement cette dernière et si on la sépare du faisceau, on trouve, à sa face interne, des éléments cellulaires particuliers, très nombreux par places, et interposés à l'endothélium de la gaîne et à la surface du faisceau nerveux.

» Ce sont des cellules dont le volume est à peu près celui des cellules globuleuses du nodule sésamoïde du tendon d'Achille des Batraciens anoures. Leur noyau est de forme le plus souvent bizarre; il est contourné et tordu de diverses façons, et il occupe soit le centre, soit la périphérie de l'élément. Le protoplasma est clair, transparent comme du verre, et forme autour du noyau des expansions multiples. Ces expansions entourent le noyau comme d'une collerette; elles sont limitées par des festons saillants en dehors. Si l'on soufflait dans de l'eau de savon de manière à produire une série de bulles entées les unes sur les autres, on aurait une idée approximative de la façon dont se superposent les expansions protoplasmiques des cellules que nous décrivons. Leur apparence de collerette, à plis et bouillons multiples, m'a conduit à leur donner le nom de *cellules godronnées*.

» Le noyau des cellules godronnées se colore en rouge vif par le carmin, l'éosine, la purpurine et la pyrosine. Le protoplasma reste incolore; il est réfringent comme du verre; parfois, sur un point de sa surface, il montre un petit amas granuleux analogue à celui que l'on rencontre dans le protoplasma clair des cellules du nodule sésamoïde du tendon d'Achille des Grenouilles.

» II. Les faisceaux nerveux du médian, du facial, du collatéral palmaire interne du Cheval et de l'Ane, ne remplissent pas tous exactement la cavité interceptée par leur gaîne lamelleuse. Le tissu connectif intra-fasciculaire est relié à la paroi de la gaîne par une multitude de petits *mésos*, formés de fines fibres connectives disposées en nattes et croisées de façon à déterminer de petites membranes fenestrées analogues à l'épiploon. Ces *mésos* conduisent les vaisseaux sanguins de la gaîne lamelleuse au faisceau nerveux. Sur le treillis de faisceaux conjonctifs grêles dont ils sont formés sont disposées des cellules connectives plates qui semblent la continuation de l'endothélium de la gaîne lamelleuse. Dans les mailles comprises dans l'écartement de ces *mésos* existe un liquide qui, sous l'influence de l'action coagulante produite par l'acide osmique, se prend en gelée à la façon d'un caillot de lymphe.

Ces mêmes espaces, surtout lorsqu'ils sont grands, renferment des cellules godronnées, qui nagent dans le liquide ou qui se disposent en groupes au sein de ce dernier. Les festons saillants des unes s'insinuent entre les expansions superposées des autres; de plus, de fines fibres connectives, analogues à celles de la névroglie, passent et repassent entre les éléments cellulaires délicats que nous venons de décrire. Le faisceau nerveux est donc soutenu (dans la cavité tubuliforme constituée par sa gaîne lamelleuse) par un système formé de loges communicantes, remplies de liquide et distendues par les cellules godronnées. Tout ce système forme un manchon qui possède la consistance du corps vitré de l'œil, et dans lequel le faisceau est plongé comme dans un milieu semi-liquide, incompressible, élastique et résistant.

» III. Sur les nerfs volumineux, tels que le médian et le tronc du facial, on voit, sur certains points, le système précité prendre un développement considérable. Sur un côté du faisceau nerveux, le tissu connectif intra-vaginal, chargé de cellules godronnées, cesse de former un mince anneau; il s'épaissit en un point. Les mailles de tissu connectif à faisceaux grêles se stratifient de façon à constituer, sur une longueur de quelques millimètres, une petite tige de tissu fibreux homogène et hyalin, dont la direction suit celle du nerf. Sur les coupes transversales, ces tiges se montrent comme des cercles, formés de lames concentriques dont les intervalles sont remplis de cellules godronnées, et dont le centre est occupé par ces mêmes cellules accumulées. Le faisceau nerveux, ainsi soutenu, se creuse latéralement d'une sorte de rigole que remplit sa tige de soutènement, effilée à ses deux extrémités. De distance en distance, on voit se dégager du gros faisceau des nerfs formés d'une ou de quelques fibres à myéline,

entourées d'une couronne de fibres de Remak. Ces petits nerfs entrent dans la tige de soutènement, puis se séparent du faisceau principal en perforant sa gaîne lamelleuse. Cette dernière les suit dans leur trajet, doublée par le tissu fibreux hyalin, chargé de cellules godronnées, et formant au nerf, uni- ou pauci-tubulaire, un épais manchon protecteur intra-vaginal.

» IV. Je n'ai, jusqu'ici, constaté l'existence de ce *système hyalin intra-vaginal* que chez les Solipèdes; mais, au point de vue morphologique, sa signification mérite d'attirer l'attention des anatomistes. On voit que, indépendamment du système de la gaîne lamelleuse, les cordons nerveux possèdent, dans certains termes de la série, un appareil de soutènement formé par une adaptation particulière du tissu fibreux. Les cellules fixes de ce dernier prennent des caractères spéciaux, *analogues* à ceux que montrent les éléments cellulaires de la corde dorsale, du nodule sésamoïde cartilaginiforme du tendon d'Achille des Batraciens anoures, et enfin du squelette fibreux interne de certains Mollusques (*Helix pomatia*). Ce système, annulé dans les nerfs de plusieurs animaux et de l'homme, semble réapparaître pour former la charpente connective des organes spécialisés du tact, tels que les corpuscules de Meissner de l'homme, et ceux plus simples de la langue et du bec de certains oiseaux [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Du système nerveux de l'*Idothea entomon (*Crustacé isopode*). Note de M. **Ed. Brandt**, présentée par M. Blanchard.

« Le système nerveux de l'*Idothea entomon* présente quatorze ganglions: trois ganglions céphaliques, sept ganglions du tronc, quatre ganglions postabdominaux.

» Le seul naturaliste qui ait fait des recherches sur le système nerveux de l'*Idothea* est H. Rathke [2]; mais ses recherches ne sont pas exactes. L'auteur décrit un seul ganglion céphalique (il n'a pas vu les deux autres); il a pris le ganglion sous-œsophagien pour le sus-œsophagien; il ne décrit pas exactement les nerfs qui en émergent.

» Le ganglion sus-œsophagien se compose de six parties : il a deux lobes médians, ou les hémisphères, qui donnent deux nerfs pour les antennes

---

[1] Travail du laboratoire d'Anatomie générale de la Faculté de Médecine de Lyon.

[2] H. Rathke, *Anatomie der* Idothea entomon *oder des Schachtwurmes* (*Neue Schriften der naturf. Gesellschaft in Danzig*, 1820; p. 109, *Pl. IV*, *fig.* 2).

internes, deux lobes antennaires qui envoient les nerfs des antennes externes, et deux lobes externes ou lobes optiques qui portent des nerfs pour les yeux. Le collier œsophagien est court, très épais et donne deux nerfs pour le labre (*nervi labii superioris*). Le ganglion sous-œsophagien, qui est petit, fournit trois paires de nerfs, comme chez les insectes : deux pour la lèvre inférieure (*nervi labii inferioris*), deux pour les mâchoires (*nervi maxillares*) et deux pour les mandibules (*nervi mandibulares*). Le troisième ganglion de la tête, que je propose de nommer *ganglion pédomaxillaire*, repose sur une lame particulière, la *lame pédomaxillaire* (1), et il donne une paire de nerfs pour les deux pattes-mâchoires (*nervi pedomaxillares*). Le tronc possède sept ganglions, c'est dire qu'il y a pour chaque anneau un ganglion. Le premier ganglion du tronc est très petit, plus grand toutefois que le ganglion pédomaxillaire; tous les autres ganglions du tronc ont le même volume. De chaque ganglion du tronc naît une paire de nerfs pour les pieds, des connectifs se détachent des nerfs pour les muscles et pour la peau de l'anneau, comme l'a décrit H. Rathke. Le ganglion pédomaxillaire ressemble en cela parfaitement aux ganglions du tronc, car il émet, outre les nerfs des pattes-mâchoires, deux autres nerfs pour la partie postérieure de la tête. Il semble, comme le montrent l'innervation et la présence d'un ganglion à part, que la partie postérieure de la tête de l'*Idothea* est un anneau thoracique soudé avec la tête. Celle-ci est donc un céphalothorax incomplet, mais toujours morphologiquement différent de la tête des insectes. Il y a quatre ganglions postabdominaux, beaucoup plus petits que les ganglions du tronc; le dernier est le plus grand, les autres ont le même volume. Le premier, le deuxième et le troisième ne donnent qu'une paire de nerfs pour les anneaux correspondants, tandis que le dernier émet quatre paires de nerfs. Il y a aussi un nerf sympathique, qui est représenté par un tronc impair, placé entre les connectifs de la chaîne ganglionnaire et interrompu par les ganglions, c'est-à-dire tout à fait le même que celui que Fr. Leydig (2) a décrit chez le *Porcellio scaber*. Déjà H. Rathke (*loc. cit.*) l'a vu, mais il ne l'a pas reconnu comme étant le sympathique. »

---

(1) Ed. Brandt, *Ueber eine Cephalothoracalplatte des gemeinen Schachtwurmes* (*Idothea entomon*); Saint-Pétersbourg, 1877.

(2) Fr. Leydig, *Vom Bau des thierischen Körpers*, Tübingen, 1864, p. 251, et *Tafeln zur vergl. Anatom.*, *Pl. VI*, *fig.* 7.

HELMINTHOLOGIE. — *Sur la caducité des crochets et du scolex lui-même chez les Tænias.* Note de M. **P. Mégnin**, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans une précédente Communication, j'ai émis l'assertion que l'état armé et l'état inerme, chez les Tænias, sont deux âges différents ou deux degrés différents de développement, que peut présenter le même parasite, soit successivement, s'il ne quitte pas le milieu qu'il habite jusqu'à son entier développement, soit en même temps si deux individus de même origine habitent des milieux différents au point de vue des matières nutritives qu'ils contiennent, et j'en donnai comme preuve l'origine commune du *Tænia pectinata* du lapin (Tænia inerme) et du *Tænia serrata* du chien (Tænia armé), du *Tænia perfoliata* du cheval (Tænia inerme) et du *Tænia echinococcus* du chien (Tænia armé), et enfin le résultat de nombreuses autopsies de chiens morts d'occlusion intestinale par des pelotes de *Tænia serrata*, pelotes composées de centaines d'individus de la même espèce et dans lesquelles se trouvaient confondus des Tænias armés et des Tænias inermes avec tous les degrés intermédiaires établissant le passage de l'un à l'autre.

» Les seules objections réellement sérieuses qu'on ait opposées à cette nouvelle manière de voir ont porté à peu près exclusivement sur le petit nombre des faits sur lesquels je m'appuie, car ces faits, on ne les a pas réfutés et l'on ne m'en a pas opposé de contradictoires.

» Aujourd'hui j'ai de nouvelles preuves, non seulement que l'état armé et l'état inerme sont deux états constants et successifs dans la même espèce de Tænia, états plus ou moins persistants suivant les circonstances, mais qu'il y a un troisième état tout aussi constant que les deux premiers auxquels il succède régulièrement : c'est l'état *acéphale*.

» L'état acéphale, chez les Tænias, est l'indice et la preuve de la cessation des fonctions d'un organe que l'on a, jusqu'à présent, regardé comme permanent et indispensable à la vie de l'individu; je veux parler du *scolex*, vulgairement appelé *tête*. Eh bien, le scolex est un organe transitoire au même titre que la vésicule hydatique; il n'est autre qu'un des nombreux moyens de multiplication dont la nature s'est montrée si prodigue dans le groupe des Tænias.

» Les Tænias, lorsqu'ils existent sous la forme de vésicule hydatique, forme qui succède à l'embryon infusiforme, se multiplient d'abord (ou

ont de la tendance à se multiplier) par dédoublement ou scissiparité (Échinocoque endogène ou exogène, *Cœnurus serialis* ou *polytuberculosus*, Cysticerque staphylocyste de M. Villot).

» Puis apparaît la membrane germinale, indice d'un deuxième mode de multiplication et de la cessation du premier. Ce nouveau mode, c'est la multiplication par scolex, véritables stolons armés de griffes fixatrices et de ventouses, qui entrent en action aussitôt que ces stolons, séparés de la vésicule mère par la destruction de celle-ci, arrivent au contact d'une muqueuse intestinale, ou, dans un certain cas, d'une séreuse péritonéale.

» A ce moment, ces scolex ou stolons deviennent le siège d'un troisième mode de multiplication : cette fois ce sont des bourgeons, poussant toujours au même point, celui qui est opposé au pôle porteur de la couronne de crochets, et ces bourgeons, restant adhérents les uns aux autres, donnent lieu à un chapelet ou *strobile* plus ou moins long.

» Après avoir émis ainsi des centaines de bourgeons, qui restent accolés bout à bout, comme les anneaux d'une chaîne, ceux-ci, s'alimentant par imbibition, grandissent, deviennent sexués hermaphrodites et un quatrième mode de multiplication commence : c'est la *multiplication ovipare*.

» La maturation des œufs coïncide, chez les Tænias, avec le détachement de l'anneau qui les porte, véritable sac rempli d'œufs et fermé de toutes parts, qui les met en liberté par sa mort et la destruction de son tissu.

» La maturation des œufs, chez plusieurs espèces de Tænias que j'ai observés, est le signe de la cessation des fonctions du scolex qui, à ce moment, cesse de produire des anneaux : son rôle est fini. Alors il se résorbe progressivement, perd d'abord ses crochets, puis ses ventouses qui s'effacent, diminue insensiblement de volume et finit par disparaître totalement. Le Tænia est alors littéralement *acéphale*, mais ses anneaux continuent à grandir, à se sexuer, à se remplir d'œufs et à se détacher successivement jusqu'au dernier.

» Ainsi finit naturellement le parasite.

» La durée de la vie des Tænias, et par suite celle des différentes phases par lesquelles il passe et que je viens d'indiquer, est sans doute très variable, suivant les espèces et surtout suivant le milieu dans lequel ils vivent. Ces phases paraissent relativement courtes chez les Tænias de certains oiseaux, et c'est précisément chez deux espèces de ces derniers que j'ai pu les suivre assez facilement : l'une appartient aux Gallinacés, c'est le *Tænia infundibuliformis;* l'autre aux Palmipèdes, c'est le *Tænia lanceolata*, tous deux décrits déjà par Gœze.

» Ces observations, jointes à celles que j'ai déjà faites sur certains Tænias de Quadrupèdes et celles que je poursuis et que je poursuivrai sur d'autres Cestoïdes, me permettront, j'espère, de généraliser la loi qui préside aux modifications qui se montrent dans les différentes phases du développement du strobile chez les Tænias des Gallinacés et des Palmipèdes.

» Dans tous les cas, on comprend que, à la suite de la constatation de ces faits, la caractéristique de l'espèce chez les Tænias, fondée exclusivement sur la présence ou l'absence des crochets, soit maintenant tout à fait insuffisante, et qu'un travail de revision dans la nomenclature de ces parasites soit devenu nécessaire. »

M. L. Godefroy adresse une Note sur la transformation rapide d'un groupe de protubérances observées sur le bord oriental du Soleil.

M. J. Landerer adresse une Lettre par laquelle il réclame la priorité des idées émises par M. *L. Gaussin,* concernant l'arrangement des planètes.

M. Larrey, en présentant à l'Académie, de la part de M. *da Cunha Bellem,* de l'Académie royale des Sciences de Lisbonne, un Ouvrage portugais intitulé *La vie médicale au champ de bataille*, en donne sommairement l'analyse suivante :

« L'auteur rappelle d'abord l'influence de la Médecine militaire aux armées, depuis ceux qui l'ont honorée le plus. Il expose ensuite l'insuffisance des ressources matérielles, malgré les progrès de l'art et les moyens de secours, en présence des engins de plus en plus formidables de la guerre.

» Il passe en revue les inventions expérimentées déjà et celles qui sont encore à expérimenter, d'après l'Exposition universelle de Paris en 1878. Ces inventions comprennent les voitures et les brancards d'ambulance, ainsi que les tentes et les baraques, dans toutes leurs variétés.

» Il relate l'organisation et les travaux du Congrès international sur le service médical des armées en campagne, à savoir, notamment : la question des *soldats brancardiers,* la *répartition des places de secours,* la nécessité de l'*autonomie du corps médical* pour l'armée française, comme elle existe dans les armées des autres nations européennes, les meilleurs moyens de *transport des blessés*, l'*hospitalisation sur place* et les *moyens d'évacuation,* parmi lesquels les *voies ferrées* rendent de grands services, et enfin l'utile intervention des *Sociétés de secours.*

» L'auteur ajoute à l'examen de ces importantes questions l'exposé du service médical dans l'armée portugaise et rend hommage aux hommes qui ont le plus contribué à sa formation et à son développement. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 MARS 1880.

Étude sur la ligature élastique; par le Dr A. SIMON. Paris, Asselin, 1879; in-8°. (Présenté par M. Bouley pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1880.)

Les Insectes. Traité élémentaire d'Entomologie; par MAURICE GIRARD. T. II, second fascicule, Paris, J.-B. Baillière, 1879; in-8°, avec Atlas.

Du mouvement psychique et du mouvement expressif; par M. J. RAMBOSSON. Paris, Al. Picard, 1880; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Réflexions sur l'éducation physique et les mouvements corporels; par R. SCHENSTRÖM. Paris, A. Delahaye, 1880; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Etude historique et clinique sur la trépanation du crâne. La trépanation guidée par les localisations cérébrales; par le Dr J. LUCAS-CHAMPIONNIÈRE. Paris, V.-A. Delahaye, 1878; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Epuration et utilisation des eaux d'égout de la ville de Paris (presqu'île de Gennevilliers et forêt de Saint-Germain). Paris, V.-A. Delahaye, 1880; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

La médecine du Thalmud ou tous les passages concernant la Médecine. Extraits des vingt et un Traités du Thalmud de Babylone; par le Dr J.-M. RABBINOWICZ. Paris, chez l'auteur, rue de Seine, n° 63, 1880; in-8°. (Présenté par M. Ch. Robin.)

Unification des travaux géographiques et géologiques. Mémoires et documents réunis à l'occasion du Congrès des sciences géographiques de 1875 à Paris; par BEGUYER DE CHANCOURTOIS. Paris, 1874; in-8° relié.

Transcription des noms géographiques en lettres de l'alphabet latin; par M. B. DE CHANCOURTOIS. Paris, Martinet, 1878; br. in-8°.

Conférence sur l'unification des travaux géographiques; par M. B. DE CHANCOURTOIS. Paris, Impr. nationale, 1879; in-8°.

La Science pour tous, 1879; 24e année. Paris, aux bureaux du Journal, n° 21, rue du Croissant, 1880; in-4°. (Présenté par M. Jamin.)

A. M. DA CUNHA BELLEM. *Exposição universal de Paris* 1878; *a vida medica no campo de batalha*. Lisboa, impr. Sousa Neves, 1879; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Experimental researches on the regional temperature of the head under conditions of rest, intellectual activity and emotion; by J.-S. LOMBARD. London, H.-K. Lewis, 1879; in-8° relié.

Mittheilungen aus dem embryologischen Institute der K. K. Universität in Wien; von Dr S.-L. SCHENK; I Band. Wien, W. Braumüller, 1880; in-8°.

Raccolta di casi clinici delle malattie della pelle e sifilitiche curate nella clinica e dispensario, pubblicata per cura del cav. Dr C. MANASSEI. Roma, tipogr. Romana e tipogr. Ripamonti, 1876-1877; 2 vol. in-8° reliés. (Présenté par M. Ch. Robin.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 MARS 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Application de la théorie des Sinus des ordres supérieurs à l'intégration des équations différentielles linéaires;* par M. **Yvon Villarceau.**

« Dans une suite de Notes, en date des 13, 20 et 27 mai 1878, j'ai indiqué comment j'avais été conduit, par suite de recherches concernant l'Astronomie nautique, à assigner une nouvelle origine aux fonctions signalées déjà, depuis un demi-siècle, par Hoëné Wronski et désignées, par cet analyste, sous la dénomination de *Sinus des ordres supérieurs*. Engagé dans d'autres recherches scientifiques, j'avais laissé de côté l'étude de ces fonctions, lorsque, tout récemment, une question relative aux flexions des lunettes astronomiques et des supports de certains appareils a ramené mon attention sur cette matière.

» Comme il convient d'indiquer les voies par lesquelles les progrès des sciences se réalisent, je prie l'Académie de me permettre de lui faire connaître comment une question de Mécanique, qui pouvait sembler épuisée, m'a conduit à reconnaître la grande utilité des nouvelles fonctions, pour l'intégration d'une classe très étendue d'équations différentielles linéaires et la place toute spéciale qu'elles viennent occuper dans cette intégration.

» J'avais autrefois fait l'étude de la flexion des lunettes; mais, à l'exemple des ingénieurs qui ont traité de la flexion plane des solides de section constante, j'ai alors calculé les moments fléchissants sans avoir égard à la déformation du solide et obtenu une première approximation de la flexion, qui a été utilisée pour calculer plus exactement les moments dont il s'agit; en un mot, j'avais pratiqué la méthode des approximations successives. La solution du problème n'a pu être achevée qu'au moyen de développements très étendus et peu propres à mettre facilement en évidence la loi du phénomène. Revenant sur cette question, qui, au point de vue des applications à l'Astronomie, exigeait une solution précise, j'ai consulté inutilement les Ouvrages français et n'y ai pas trouvé de solution *directe*, pour le cas d'un solide encastré *obliquement* à l'horizon et sollicité par une force verticale agissant à son extrémité libre et par l'action de son propre poids.

» La solution directe dépend de l'intégration d'une équation différentielle linéaire du quatrième ordre, dont la *caractéristique* a une racine nulle et trois racines distinctes; deux de celles-ci sont imaginaires et s'obtiennent en multipliant la racine réelle par les deux racines cubiques imaginaires de l'unité.

» Ayant effectué l'intégration par les méthodes en usage, qui conduisent à des combinaisons d'exponentielles avec des fonctions circulaires, j'ai été frappé de l'analogie de composition du résultat avec les sinus du deuxième ordre (genre elliptique); il a suffi d'en grouper convenablement les termes épars, pour reconnaître qu'effectivement la solution se compose des trois fonctions de cet ordre, multipliées respectivement par autant de constantes. Ce fut pour moi un trait de lumière.

» Telle est l'origine de la méthode d'intégration des équations linéaires, que je vais maintenant exposer, en commençant, pour plus de clarté, par le cas le plus simple, et traitant successivement quelques autres cas plus complexes.

» Rappelons d'abord l'une des propriétés fondamentales des sinus des ordres supérieurs. Les sinus de l'ordre $m - 1$ sont au nombre de m, dont un cosinus, ou, si on le préfère, ils comprennent un cosinus et $m - 1$ sinus, en sorte que le nombre des sinus proprement dits est égal au nombre qui sert à en définir l'ordre. Le caractère du cosinus est de se réduire à l'unité quand la variable est nulle, et celui des sinus est de s'annuler avec la variable. Ces nouvelles fonctions se distinguent, comme les sinus du premier ordre, en deux genres, l'un *hyperbolique*, l'autre *elliptique*.

» Pour comprendre dans des énoncés généraux les propriétés communes aux deux genres, nous désignons les sinus de l'ordre $m-1$ par les notations

$$\varphi_0 x,\ \varphi_1 x,\ \varphi_2 x,\ \varphi_3 x,\ \ldots,\ \varphi_{m-1} x,$$

où l'indice zéro sert à distinguer le cosinus. Lorsqu'il devient nécessaire de spécifier les deux genres hyperbolique et elliptique, nous remplaçons la lettre φ par un $\mathcal{f}$ dans le premier cas, par un f dans le second. On a vu dans les Notes rappelées plus haut que, pour tout indice μ différent de zéro, la différentiation des sinus est comprise dans la formule

(1) $$\frac{d\varphi_\mu x}{dx} = \varphi_{\mu-1} x,$$

et que, quand il s'agit du cosinus, on a

(2) $$\frac{d\varphi_0 x}{dx} = \pm\,\varphi_{m-1} x, \qquad \text{genre} \begin{cases} \text{hyperbolique,} \\ \text{elliptique.} \end{cases}$$

» Prévenons, une fois pour toutes, que les doubles signes que l'on trouvera, dans nos équations, devant les fonctions φ se rapporteront, le signe supérieur au genre hyperbolique et l'inférieur au genre elliptique.

» Des formules (1) et (2), on déduit inversement

(3) $$\int \varphi_\mu x\, dx = \varphi_{\mu+1} x + \text{const.} \qquad \left\{ \begin{array}{l} \mu \text{ étant différent} \\ \text{de } m-1. \end{array} \right.$$

(4) $$\int \varphi_{m-1} x\, dx = \pm\,\varphi_0 x + \text{const.}$$

» Nous ne nous arrêterons pas à démontrer que, si l'on effectue m différentiations sur les fonctions φ, on aura, pour tout indice, y compris l'indice zéro,

(5) $$\frac{d^m \varphi_\mu x}{dx^m} = \pm\,\varphi_\mu x.$$

» Chacun pourra vérifier aisément l'exactitude de cette relation fondamentale dans la théorie des équations linéaires binômes, à coefficients constants. Elle montre que la dérivée $m^{\text{ième}}$ d'un sinus de l'ordre $m-1$ reproduit le sinus lui-même, avec ou sans changement de signe, suivant le genre de sinus.

» Cette propriété, que l'on rencontre dans les exponentielles et les sinus hyperboliques ou circulaires, permet, par exemple, d'écrire immé-

diatement, pour intégrales des équations binômes du deuxième ordre,

$$\frac{d^2\eta}{dx^2} \mp r^2\eta = 0,$$

$$\eta = c_0\,\mathfrak{Cos}\,rx + c_1\,\mathfrak{Sin}\,rx \quad \text{et} \quad \eta = c_0 \cos rx + c_1 \sin rx,$$

la première solution répondant au signe supérieur et la seconde au signe inférieur. En nous fondant sur la propriété générale (5), nous allons exposer la solution de l'équation plus générale

$$(6) \qquad \frac{d^m\eta}{dx^m} \mp r^m\eta = 0,$$

où r est une constante égale à la racine $m^{\text{ième}}$ arithmétique du coefficient de η. Il résulte assez évidemment de ce qui précède que la solution de cette équation est

$$(7) \qquad \eta = C_0\varphi_0 rx + C_1\varphi_1 rx + C_2\varphi_2 rx + \ldots + C_{m-1}\varphi_{m-1} rx :$$

on peut vérifier qu'effectivement cette solution satisfait à l'équation proposée; elle contient d'ailleurs les constantes C_μ, en nombre égal au degré de celle-ci.

» Avant d'aller plus loin, il convient d'indiquer les avantages d'une telle solution. En premier lieu, il arrive que la détermination des constantes C_μ dépend de relations entre la fonction η et ses dérivées, relations qui, le plus souvent, s'expriment par des équations du premier degré. Or on observera que les dérivées de la fonction η s'obtiendront par un simple changement d'indice des $\varphi_\mu rx$, suivant les formules (1) et (2), et que le nombre des termes restera le même pendant tout le cours des différentiations : la détermination des constantes se réduira donc à la résolution d'équations très faciles à former et à résoudre.

» Si nous avions, suivant les méthodes usuelles, formé l'équation caractéristique, il nous eût fallu déterminer les m racines, tant réelles qu'imaginaires, de l'unité et grouper les exponentielles imaginaires de manière à les transformer en produits d'exponentielles à exposants réels, par des fonctions trigonométriques. La présente solution dispense de tout calcul relatif à ces transformations. Enfin, par les méthodes usuelles, la solution comprendrait un nombre, croissant avec le degré m, de termes formés par des produits d'exponentielles réelles et de fonctions trigonométriques, lesquels

donneraient naissance, lors des différentiations successives, à des nombres de termes croissant avec celui des différentiations et exigeraient, chaque fois, d'opérer avec soin les réductions qui peuvent résulter de calculs déjà effectués. La solution que nous proposons aux géomètres supprime tous ces embarras, auxquels on n'échapperait qu'en partie, en conservant, dans le cours des différentiations et éliminations les termes de la solution mis sous la forme d'exponentielles imaginaires; car les complications se reproduiraient finalement, lorsqu'il s'agirait de transformer les résultats en expressions dégagées de tout signe d'imaginarité.

» Les résultats seraient certainement identiques avec ceux que fournit l'emploi des sinus des ordres supérieurs; mais il serait difficile, et souvent impraticable, de les reconstituer dans une solution ainsi obtenue et qui en offrirait les éléments dans un état de confusion extrême. Or il y a, suivant nous, une très grande importance à ne pas démembrer les fonctions $\varphi_\mu x$. C'est qu'en effet les lois qui les régissent permettent d'opérer, dans leurs combinaisons, des réductions du même genre que celles auxquelles donne lieu l'emploi des fonctions hyperboliques ou circulaires. Quant aux calculs numériques, si l'on ne possède pas de Tables des fonctions $\varphi_\mu x$, on a du moins leurs expressions sous forme finie, au moyen d'exponentielles et de fonctions hyperboliques ou circulaires.

» Enfin, nous devons signaler un cas très général où le calcul des mêmes fonctions, par les formules rigoureuses, n'est ni nécessaire ni utile : c'est celui où l'argument rx est une petite fraction. Il est alors extrêmement commode et avantageux de se servir des développements des fonctions $\varphi_\mu rx$ en séries. On sait que les exposants des termes du développement en séries des fonctions circulaires ou hyperboliques croissent de deux unités d'un terme au suivant; dans les sinus du deuxième ordre, ces exposants croissent de trois unités; dans ceux du $m - 1^{\text{ième}}$ ordre, ils croissent de m unités. Il est visible, par là, que les séries deviennent d'autant plus convergentes que l'ordre des sinus est plus élevé. Il y a donc avantage à conserver intactes les fonctions $\varphi_\mu rx$ jusqu'au moment où l'on se propose de les réduire en nombres; car, en ne prenant pas cette précaution, on serait en présence de produits de séries dont les exposants croissent seulement d'une et de deux unités. Le cas dont il s'agit s'est précisément rencontré dans l'étude de la flexion des tubes de lunettes. Il est vraisemblable que le même cas doit se présenter souvent, comme il arrive avec les sinus du premier ordre, dans leurs applications de toute nature.

» Passons maintenant à l'intégration de l'équation

$$(8) \qquad \frac{d^m \eta}{dx^m} \mp r^m \eta = \mathrm{V},$$

où le terme du second membre est une fonction de la seule variable x. Nous ferons usage de la variation des constantes arbitraires; en d'autres termes, nous adopterons pour solution de l'équation (8) la formule (7), correspondante au cas où V serait nul, en considérant les quantités C_0, $C_1, \ldots, C_{m-1}$ comme des variables qu'il s'agit de déterminer de manière à satisfaire à l'équation (8). Cette dernière condition ne fournit qu'une seule des m équations nécessaires à la détermination des m inconnues C_μ; on trouve les $m-1$ autres, en égalant successivement à zéro l'ensemble des termes des $m-1$ premières dérivées de η, qui contiennent les dérivées des C_μ. On obtient ainsi le système suivant d'équations propres à la détermination de ces dérivées :

$$(9)\left\{\begin{array}{l}
\frac{dC_0}{dx}\varphi rx_0 + \frac{dC_1}{dx}\varphi_1 rx + \frac{dC_2}{dx}\varphi_2 rx + \frac{dC_3}{dx}\varphi_3 rx + \ldots + \frac{dC_{m-2}}{dx}\varphi_{m-2} rx + \frac{dC_{m-1}}{dx}\varphi_{m-1} rx = 0,\\
\pm\frac{dC_0}{dx}\varphi_{m-1} rx + \frac{dC_1}{dx}\varphi_0 rx + \frac{dC_2}{dx}\varphi_1 rx + \frac{dC_3}{dx}\varphi_2 rx + \ldots + \frac{dC_{m-2}}{dx}\varphi_{m-3} rx + \frac{dC_{m-1}}{dx}\varphi_{m-2} rx = 0,\\
\pm\frac{dC_0}{dx}\varphi_{m-2} rx \pm \frac{dC_1}{dx}\varphi_{m-1} rx + \frac{dC_2}{dx}\varphi_0 rx + \frac{dC_3}{dx}\varphi_1 rx + \ldots + \frac{dC_{m-2}}{dx}\varphi_{m-4} rx + \frac{dC_{m-1}}{dx}\varphi_{m-3} rx = 0,\\
\pm\frac{dC_0}{dx}\varphi_{m-3} rx \pm \frac{dC_1}{dx}\varphi_{m-2} rx \pm \frac{dC_2}{dx}\varphi_{m-1} rx + \frac{dC_3}{dx}\varphi_0 rx + \ldots + \frac{dC_{m-2}}{dx}\varphi_{m-5} rx + \frac{dC_{m-1}}{dx}\varphi_{m-4} rx = 0,\\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
\pm\frac{dC_0}{dx}\varphi_1 rx \pm \frac{dC_1}{dx}\varphi_2 rx \pm \frac{dC_2}{dx}\varphi_3 rx \pm \frac{dC_3}{dx}\varphi_4 rx \pm \ldots \pm \frac{dC_{m-2}}{dx}\varphi_{m-1} rx + \frac{dC_{m-1}}{dx}\varphi_0 rx = \frac{\mathrm{V}}{r^{m-1}}.
\end{array}\right.$$

» La résolution de ces équations s'effectue facilement, en ayant égard aux formules de sommation des sinus des divers ordres [formules (13) des Notes de mai 1878]. En les multipliant respectivement par les facteurs

$$\varphi_0(-rx),\ \varphi_1(-rx),\ \varphi_2(-rx),\ \ldots,\ \varphi_{m-1}(-rx),$$

et ajoutant membre à membre, on trouve que le coefficient de $\frac{dC_0}{dx}$ est égal à $\varphi_0(0)$ ou à l'unité, tandis que les coefficients des autres dérivées deviennent égaux aux diverses autres fonctions $\varphi_\mu(0)$ ou à zéro. On obtient ainsi une première équation

$$\frac{dC_0}{dx} = \frac{1}{r^{m-1}}\mathrm{V}\varphi_{m-1}(-rx).$$

» Quant aux autres, nous faisons usage des suites de multiplicateurs

$$\begin{array}{llll}
\pm\varphi_{m-1}(-rx), & \varphi_0(-rx), & \varphi_1(-rx), & \ldots,\ \varphi_{m-2}(-rx),\\
\pm\varphi_{m-2}(-rx), & \pm\varphi_{m-1}(-rx), & \varphi_0(-rx), & \ldots,\ \varphi_{m-3}(-rx),\\
\pm\varphi_{m-3}(-rx), & \pm\varphi_{m-2}(-rx), & \pm\varphi_{m-1}(-rx), & \ldots,\ \varphi_{m-4}(-rx),\\
\ldots\ldots\ldots, & \ldots\ldots\ldots, & \ldots\ldots\ldots, & \ldots,\ \ldots\ldots\ldots,\\
\pm\varphi_1(-rx), & \pm\varphi_2(-rx), & \pm\varphi_3(-rx), & \ldots,\ \varphi_0(-rx).
\end{array}$$

» De cette manière, on obtient $m-1$ nouvelles équations de la forme (10), dans lesquelles les indices des C vont en augmentant d'une unité, tandis que les indices des fonctions φ diminuent d'autant.

» Intégrant ces équations et désignant par $c_0, c_1, c_2, \ldots, c_{m-1}$ les constantes introduites par chaque intégration, on aura finalement

$$(11)\qquad \left\{\begin{array}{l}
C_0 \;\;= \frac{1}{r^{m-1}}\int V\varphi_{m-1}(-rx)\,dx + c_0,\\
C_1 \;\;= \frac{1}{r^{m-1}}\int V\varphi_{m-2}(-rx)\,dx + c_1,\\
C_2 \;\;= \frac{1}{r^{m-1}}\int V\varphi_{m-3}(-rx)\,dx + c_2,\\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
C_{m-1} = \frac{1}{r^{m-1}}\int V\;\;\varphi_0(-rx)\,dx + c_{m-1},
\end{array}\right.$$

expressions où les intégrales portent uniquement sur la variable indépendante x, et peuvent toujours être réduites aux quadratures, lorsque les méthodes connues d'intégration ne s'y appliquent pas.

» Au moyen des valeurs (11), l'équation (7) se trouve être l'intégrale complète de la proposée (8). Si nous n'effectuons pas la substitution, c'est afin de profiter de cette circonstance : que les $m-1$ premières dérivées de η peuvent être effectuées, en vertu des équations de condition (9), en considérant les C_μ comme des constantes; quant à la $m^{\text{ième}}$ dérivée, elle serait, en vertu de (8),

$$(12)\qquad \frac{d^m\eta}{dx^m} = \pm r^m\eta + V. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Sur la détermination des températures élevées.* Note de MM. **H. Sainte-Claire Deville** et **L. Troost.**

« Un certain nombre de chimistes s'occupent en ce moment de la détermination plus ou moins précise des températures élevées. Dans la

séance du 23 septembre 1878, l'un de nous, dans une Note sur la dissociation des oxydes de la famille du platine, en collaboration avec M. Debray, a annoncé que la mesure des températures avait été obtenue au moyen des appareils que nous avons employés en 1863 (pour déterminer le coefficient de dilatation de la porcelaine), simplifiés depuis par l'emploi de la trompe de Sprengel, qui permet d'enlever et de mesurer, toutes les fois qu'on le désire, la matière thermométrique (l'azote) contenue dans le réservoir et de calculer la température.

» Nous devons décrire aujourd'hui cette méthode, qui est manifestement plus expéditive que la méthode manométrique de V. Regnault, qui nous avait servi autrefois.

» Un vase cylindrique en porcelaine de Bayeux, terminé par des surfaces sphériques et d'au moins 50^{cc} de capacité, sert de réservoir thermométrique. A ce réservoir est soudé un tube capillaire, également en porcelaine, de $0^{m},30$ environ de longueur. Cet appareil est mastiqué à un robinet de verre à trois voies, qui le met alternativement en communication avec l'air extérieur et, au moyen d'un tube de plomb presque capillaire, avec une trompe de Sprengel. Le thermomètre étant placé dans un tube de terre cloisonné, avec un mélange d'amiante et de terre réfractaire, est chauffé dans un four alimenté par de l'huile de houille dont l'écoulement est réglé par des robinets très sensibles.

» En donnant plus ou moins d'huile, on fait varier la température d'une manière très régulière ; on peut la rendre fixe à volonté ou la porter à des températures plus que suffisantes pour le ramollissement et même la fusion de la porcelaine (1).

» Quand on est arrivé à la température que l'on veut atteindre, on détermine l'écoulement de l'huile de telle façon que l'azote ne se dilate ou ne se contracte plus à cette température. On s'assure facilement que cette condition est remplie, parce que le robinet qui met l'intérieur du thermomètre en communication avec l'atmosphère porte un appareil desséchant au chlorure de calcium et se termine par un tube que l'on peut faire plonger dans l'eau pour vérifier l'invariabilité de la température.

» On tourne alors le robinet à trois voies de manière à fermer toute communication entre l'air extérieur, la trompe de Sprengel et le réservoir. A ce moment, on vide complètement le tube de plomb qui réunit

(1) C'est un mode de chauffage tellement avantageux, que nous ne saurions trop le recommander aux personnes qui s'occupent de ces questions délicates.

le robinet à trois voies à la trompe, et, en tournant encore le robinet, on épuise l'azote contenu dans le thermomètre. Ce gaz est recueilli dans un tube gradué placé sur la cuve à mercure de la trompe, et l'on ne s'arrête que lorsque celle-ci ne donne plus passage à la moindre bulle d'azote. Le tube gradué est entouré d'eau dont on prend la température. On y lit le volume de l'azote aspiré, on détermine la hauteur du mercure au-dessus du niveau de la cuve ainsi que la hauteur barométrique, et l'on ramène par le calcul le volume observé à ce qu'il serait à 0° et à 760^{mm}. Si, par une expérience préliminaire, on a déterminé le volume de l'azote contenu à 0° et à 760^{mm} dans le réservoir, on a l'élément principal du calcul de la température obtenue.

» Mais on remarquera qu'il y a dans cet appareil un espace nuisible : c'est le volume de la tige du thermomètre.

» Pour faire exactement la correction due à cet espace nuisible, on accole au tube capillaire un autre tube exactement de la même longueur et du même diamètre que la tige thermométrique. Ce tube que nous avons appelé *compensateur* (1), est fermé à l'une de ses extrémités; il est fixé au moyen de mastic à un robinet à trois voies qui permet de le mettre successivement en communication avec l'air extérieur et avec la trompe de Sprengel. On ferme le robinet du compensateur en même temps que celui du réservoir thermométrique, et, après l'épuisement de l'azote contenu dans ce dernier, on détermine, en suivant le même ordre d'opérations, le volume, ramené à 0° et à 760^{mm}, du gaz contenu dans le compensateur, et par conséquent le volume de l'espace nuisible. En retranchant ce volume de celui du gaz extrait du réservoir thermométrique, on obtient exactement la quantité d'azote qui était restée dans le thermomètre à la température obtenue. Avec tous ces nombres, introduits dans une formule très simple (2), $V = \frac{V_0(1+kx)}{1+\alpha x} \times \frac{H}{760}$, on a tout

(1) Nous avons déjà fait remarquer (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LIX, p. 166) que le principe de cette méthode se trouvait dans un appareil décrit par M. Hervé Mangon (*Annuaire de la Société météorologique*, t. XI, p. 139).

(2) V_0 est le volume du réservoir, c'est-à-dire le volume de l'air pompé dans l'appareil entier moins l'air pompé dans le compensateur, le tout supposé à 0° et à 760^{mm}. V est le volume de l'air resté dans le réservoir à la température x et à la pression extérieure H, c'est-à-dire le volume de l'air pompé dans le réservoir à la température x moins le volume puisé dans le compensateur, le tout ramené à 0° et sous 760^{mm}; k est la somme des coefficients de la dilatation normale et de la dilatation permanente que nous avons établie (*Comptes rendus*, t. LIX, p. 169).

ce qu'il faut pour calculer avec une exactitude très grande la température à déterminer.

» Nous ferons seulement remarquer que la détermination de la température et de la pression des gaz recueillis successivement dans le tube gradué doit être faite avec la plus grande exactitude. Toutes les précautions nécessaires pour fixer ces nombres doivent être prises avec minutie, en suivant les méthodes les plus exactes indiquées par Regnault. On doit aussi, entre le thermomètre et le compensateur d'une part et la trompe de Sprengel de l'autre, adopter un mode de liaison tel, que le volume de l'espace nuisible dans le thermomètre soit parfaitement égal au volume du compensateur. Il y a bien des moyens de satisfaire à cette condition, et il serait inutile de les décrire ici.

» Dans un Mémoire que nous publierons dans les *Annales de l'École Normale supérieure*, nous donnerons le dessin de l'appareil avec les dispositions que nous avons adoptées; mais nous pensons que cette description sommaire suffira parfaitement pour faire comprendre le dispositif de cet appareil aux savants initiés à ces questions (¹). »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *W.-Ph. Schimper*, Correspondant de la Section de Botanique, décédé à Strasbourg le 20 mars 1880.

MÉMOIRES LUS.

M. **Ar. Dumont** donne lecture d'une « Note sur le canal d'irrigation du Rhône ».

(Commissaires : MM. Boussingault, P. Thenard, Phillips, Rolland, Lalanne.)

(¹) Nous devons dire seulement que la trompe de Sprengel doit être construite sans l'emploi de caoutchouc et que le tube vertical qui sert de trompe doit, dans les parties où le choc du mercure contre le mercure s'effectue, être muni d'un tube en acier ou en platine pour protéger le verre contre l'effet du marteau d'eau. La nécessité absolue de cette dernière disposition sera expliquée dans un Mémoire que l'un de nous publiera avec M. Mascart.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° « L'année scientifique et industrielle », de M. *L. Figuier* (année 1879).

2° Une brochure de M. *C. Henry*, intitulée « Huygens et Roberval; documents nouveaux ».

3° Un travail de M. *Ed. Maillot*, intitulé « Étude comparée (botanique et chimique) du Pignon et du Ricin de l'Inde » (Thèse pour le diplôme supérieur de Pharmacie à l'École de Nancy). (Cet Ouvrage est présenté à l'Académie par M. Chatin.)

4° Un Ouvrage de M. *G.-B. Ercolani*, imprimé en italien et portant pour titre « Nouvelles recherches sur le placenta des Poissons cartilagineux et des Mammifères ». (Présenté par M. Ch. Robin, pour le Concours du prix Serres.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries hypergéométriques de deux variables, et sur des équations différentielles linéaires simultanées aux dérivées partielles*. Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet. (Extrait par l'auteur).

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, je m'occupe des séries de deux variables et des équations différentielles qui ont fait l'objet d'une Note précédente (voir p. 296). En adoptant les notations employées dans cette Note, je continue à exposer les principaux résultats que j'ai obtenus.

» IV. Considérons les équations (2) et supposons remplies les conditions indiquées dans le § II. On peut alors démontrer les théorèmes suivants.

» 1° Soient z_1, z_2, z_3, z_4, z_5 cinq fonctions vérifiant les équations (2); il existe entre ces fonctions une relation linéaire à coefficients constants :

$$C_1 z_1 + C_2 z_2 + \ldots + C_5 z_5 = 0.$$

» 2° Soient z_1, z_2, z_3, z_4 quatre fonctions vérifiant les équations (2) et

telles que le déterminant

$$D = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 & z_3 & z_4 \\ p_1 & p_2 & p_3 & p_4 \\ q_1 & q_2 & q_3 & q_4 \\ s_1 & s_2 & s_3 & s_4 \end{vmatrix}$$

soit nul identiquement (p_n, q_n, s_n désignant les dérivées de z_n); il y a entre ces fonctions une relation linéaire à coefficients constants :

$$C_1 z_1 + C_2 z_2 + C_3 z_3 + C_4 z_4 = 0.$$

» 3° Soient z_1, z_2, z_3, z_4 quatre fonctions vérifiant les équations (2); le déterminant précédent D satisfait à la relation

$$d \log D = (a_2 + \alpha_1)\,dx + (b_3 + \beta_1)\,dy,$$

les coefficients α_1 et β_1 étant les coefficients de s dans les expressions de $\frac{\partial s}{\partial x}$, $\frac{\partial s}{\partial y}$ tirées des équations (2) et mises sous la forme

$$\frac{\partial s}{\partial x} = \alpha_1 s + \alpha_2 p + \alpha_3 q + \alpha_4 z, \quad \frac{\partial s}{\partial y} = \beta_1 s + \beta_2 p + \beta_3 q + \beta_4 z.$$

» Il résulte de ce dernier théorème que, si pour $x = x_0$, $y = y_0$ le déterminant D n'est pas nul, il restera différent de zéro tant que x et y n'atteindront pas un couple de valeurs singulières. [Je dis que (ξ, η) est un couple de valeurs singulières si $1 - a_1 b_1$ s'annule pour $x = \xi$, $y = \eta$, ou si les coefficients a et b des équations (2) ne sont pas développables en séries convergentes de la forme

$$\sum_{m=0,\ n=0}^{m=\infty,\ n=\infty} A_{m,n}(x-\xi)^m (y-\eta)^n,$$

m et n étant entiers.] Si l'on appelle *système fondamental d'intégrales* un système de quatre intégrales pour lesquelles D est différent de zéro, on voit qu'une solution quelconque des équations (2) est une fonction linéaire à coefficients constants des éléments d'un système fondamental.

» Soit ($x = \xi$, $y = \eta$) un couple de valeurs singulières; soit T une portion finie du plan des x comprenant le point ξ; supposons qu'aucun des couples formés par η et un point de la surface T autre que ξ ne soit un couple de valeurs singulières, et que, y restant égal à η, les coefficients a et b des équations différentielles soient des fonctions uniformes de x dans la sur-

face T. Considérons quatre intégrales z_1, z_2, z_3, z_4 formant un système fondamental, et imaginons que, y restant égal à η, x fasse le tour du point ξ en demeurant sur la surface T. Si l'on désigne par (z_n) la nouvelle valeur que prend l'intégrale z_n lorsque le tour est accompli, on a

$$(z_n) = C_{n,1} z_1 + C_{n,2} z_2 + C_{n,3} z_3 + C_{n,4} z_4 \quad (n = 1, 2, 3, 4),$$

les C étant des constantes. Les conséquences de ces relations sont analogues à celles qui se présentent dans la théorie des équations différentielles linéaires à une variable indépendante (voir, par exemple, *Annales de l'Ecole Normale,* t. IV, Mémoire de M. Tannery, p. 134 et suiv.).

» V. L'intégrale générale des équations F_2 est

$$\begin{aligned} z = {} & C_1 F_2(\alpha, \beta, \beta', \gamma, \gamma', x, y) + C_2 x^{1-\gamma} F_2(\alpha + 1 - \gamma, \beta + 1 - \gamma, \beta', 2 - \gamma, \gamma', x, y) \\ & + C_3 y^{1-\gamma'} F_2(\alpha + 1 - \gamma', \beta, \beta' + 1 - \gamma', \gamma, 2 - \gamma', x, y) \\ & + C_4 x^{1-\gamma} y^{1-\gamma'} F_2(\alpha + 2 - \gamma - \gamma', \beta + 1 - \gamma, \beta' + 1 - \gamma', 2 - \gamma, 2 - \gamma', x, y). \end{aligned}$$

» Les équations F_3 se ramènent à la forme F_2 par la substitution

$$x = \frac{1}{\xi}, \quad y = \frac{1}{\eta}, \quad z = \xi^{\alpha} \eta^{\alpha'} u.$$

» L'intégrale générale des équations F_4 est

$$\begin{aligned} z = {} & C_1 F_4(\alpha, \beta, \gamma, \gamma', x, y) + C_2 x^{1-\gamma} F_4(\alpha + 1 - \gamma, \beta + 1 - \gamma, 2 - \gamma, \gamma', x, y) \\ & + C_3 y^{1-\gamma'} F_4(\alpha + 1 - \gamma', \beta + 1 - \gamma', \gamma, 2 - \gamma', x, y) \\ & + C_4 x^{1-\gamma} y^{1-\gamma'} F_4(\alpha + 2 - \gamma - \gamma', \beta + 2 - \gamma - \gamma', 2 - \gamma, 2 - \gamma', x, y). \end{aligned}$$

» Comme je l'ai déjà fait remarquer, on ne peut pas appliquer les théorèmes précédents aux équations F_1, pour lesquelles $1 - a_1 b_1$ est nul. On montre facilement que les équations F_1 entraînent, comme conséquence nécessaire, la suivante,

$$(x - y)s - \beta' p + \beta q = 0;$$

d'où résultent, pour les équations F_1, des théorèmes analogues aux précédents, avec cette différence qu'un système fondamental d'intégrales est formé de trois fonctions au lieu de quatre.

» VI. Je m'occupe ensuite des propriétés des fonctions satisfaisant à l'équation (3) du § III; je montre que l'intégrale double considérée dans ce § III est encore nulle si l'on suppose

$$\gamma > 0, \quad \gamma' > 0, \quad \alpha + \delta - \gamma - \gamma' + 1 > 0.$$

et j'applique les formules générales à quelques cas particuliers dont voici un exemple. Soit le polynôme

$$U_{m,n} = x^{1-\gamma} y^{1-\gamma'} \frac{\partial^{m+n}[x^{m+\gamma-1} y^{n+\gamma'-1} (1-x-y)^{m+n}]}{\partial x^m \partial y^n};$$

on a

$$U_{m,n} = (\gamma, m)(\gamma', n) F_2(-m-n, m+\gamma, n+\gamma', \gamma, \gamma', x, y);$$

et, si l'on fait

$$I_{m,n}^{\mu,\nu} = \iint x^{\gamma-1} y^{\gamma'-1} U_{m,n} U_{\mu,\nu} dx dy,$$

l'intégrale étant étendue aux valeurs réelles de x et y telles que

$$x \geqq 0, \quad y \geqq 0, \quad 1-x-y \geqq 0,$$

on a

$$I_{m,n}^{\mu,\nu} = 0$$

si $m+n \gtrless \mu+\nu$, et

$$I_{m,n}^{\mu,\nu} = \frac{\Gamma^2(m+n+1)\Gamma(\gamma+\mu+m)\Gamma(\gamma'+\nu+n)}{\Gamma(2m+2n+\gamma+\gamma'+1)}$$

si $m+n = \mu+\nu$.

» En employant une méthode analogue à celle de M. Hermite (*Comptes rendus*, t. LX, p. 370), on peut associer aux polynômes $U_{m,n}$ les polynômes

$$V_{m,n} = F_2(m+n+\gamma+\gamma', -m, -n, \gamma, \gamma', x, y);$$

si l'on fait

$$K_{m,n}^{\mu,\nu} = \iint x^{\gamma-1} y^{\gamma'-1} U_{m,n} V_{\mu,\nu} dx dy,$$

l'intégrale étant étendue aux mêmes valeurs que la précédente, on a

$$K_{m,n}^{\mu,\nu} = 0$$

tant que $(\mu-m)^2+(\nu-n)^2 > 0$, et

$$K_{m,n}^{m,n} = \frac{\Gamma(m+1)\Gamma(n+1)\Gamma(m+n+1)\Gamma(\gamma)\Gamma(\gamma')}{(2m+2n+\gamma+\gamma')\Gamma(m+n+\gamma+\gamma')}.$$

» Les polynômes plus généraux

$$W_{m,n} = x^{1-\gamma} y^{1-\gamma'} (1-x-y)^{\gamma+\gamma'-\beta} \frac{\partial^{m+n}[x^{m+\gamma-1} y^{n+\gamma'-1} (1-x-y)^{\beta-\gamma-\gamma'+m+n}]}{\partial x^m \partial y^n}$$

possèdent des propriétés analogues. Ils vérifient l'équation différentielle (3), dans laquelle $\alpha = -(m+n)$, $\delta = \beta+m+n$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions de plusieurs variables tirées de l'inversion des intégrales de solutions des équations différentielles linéaires dont les coefficients sont des fonctions rationnelles;* par **M. L. Fuchs.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« 3. Aux résultats que j'ai précédemment exposés ([1]), j'ajoute les suivants. Je fais voir que le nombre ρ des points singuliers finis de l'équation (A) ne surpasse pas le nombre 6, en supposant remplies les conditions (G).

» Je marque ensuite l'exemple $\rho = 6$, $r_1^{(i)} = -\frac{1}{2}$, $r_2^{(i)} = \frac{1}{2}$, et je fais voir que, dans ce cas, l'équation (A) est satisfaite par le système fondamental

$$y_1 = \frac{g(z)}{\sqrt{R(z)}}, \quad y_2 = \frac{h(z)}{\sqrt{R(z)}},$$

où $R(z) = (z - a_1) \ldots (z - a_6)$, $g(z)$, $h(z)$ sont des fonctions rationnelles et entières dont le degré ne surpasse pas l'unité. Dans ce cas, les fonctions $F_1(u_1, u_2)$, $F_2(u_1, u_2)$ coïncident avec les fonctions hyperelliptiques du premier ordre.

» Puis je démontre qu'en général l'équation (A), sous les conditions (G), n'est pas intégrable complètement par des fonctions algébriques, et que, par conséquent, nos fonctions $F_1(u_1, u_2)$, $F_2(u_1, u_2)$ sont différentes des fonctions abéliennes.

» J'y applique l'exemple suivant, compatible avec les conditions (G), savoir nombre des points singuliers finis $\rho = 2$, $r_1^{(1)} = -\frac{2}{3}$, $r_2^{(1)} = -\frac{1}{3}$, $r_1^{(2)} = -\frac{5}{6}$, $r_2^{(2)} = -\frac{4}{6}$, $s_1 = \frac{3}{2}$, $s_2 = 2$, et je démontre que l'intégrale générale de l'équation (A) n'est pas algébrique dans ce cas.

» A la fin je remarque que, les conditions (G) étant remplies, les équations (B) sont transformées par la substitution monodrome, mais généralement non rationnelle, (F) en des équations semblables, dans lesquelles $f(z)$ et $\varphi(z)$ sont remplacées par les racines carrées des fonctions monodromes, mais généralement non rationnelles de ζ, et ζ prend la place de z comme variable d'intégration.

» J'ajoute le théorème suivant, qui est semblable aux théorèmes d'Abel pour les intégrales des fonctions algébriques :

» *Étant données deux séries de valeurs de z arbitrairement choisies, l'une en*

([1]) *Comptes rendus*, même tome, p. 678.

contenant un nombre quelconque n, savoir $z_3, z_4, \ldots, z_{n+2}$, *l'autre les valeurs* $\zeta_1, \zeta_2, \ldots, \zeta_{n+2}$, *étant d'ailleurs données les valeurs qu'acquièrent les fonctions* $f(z)$, $\varphi(z)$ *qui font ensemble un système fondamental d'intégrales de l'équation* (A), *savoir* $f(z_i) = a_i$, $f(\zeta_i) = \alpha_i$, $\varphi(z_i) = b_i$, $\varphi(\zeta_i) = \beta_i$, *on peut toujours trouver deux quantités* z_1, z_2, *et d'une seule manière, satisfaisant à la fois aux équations*

$$\sum_1^{n+2} {}_i \int_{\zeta_i}^{z_i} f(z_i)\,dz_i = 0, \quad \sum_1^{n+2} {}_i \int_{\zeta_i}^{z_i} \varphi(z_i)\,dz_i = 0$$

et à une équation du second degré dont les coefficients sont des fonctions monodromes des quantités $z_2, z_3, \ldots, z_{n+2}, \zeta_1, \zeta_2, \ldots, \zeta_{n+2}, a_{i2}, b_i, \alpha_i, \beta_i$.

» Ce théorème découle immédiatement du théoréme énoncé à la fin du n° 2. Enfin je remarque que, pour la discussion ultérieure des fonctions F_1, F_2, il faut avoir recours aux résultats de mon Mémoire contenu dans le *Journal de M. Borchardt*, t. 76, p. 177. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la manière dont les frottements entrent en jeu dans un fluide qui sort de l'état de repos, et sur leur effet pour empêcher l'existence d'une fonction des vitesses.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« M. Bresse a publié dans le *Compte rendu* de la séance du 8 mars 1880, p. 501 de ce Volume, une ingénieuse démonstration [1] tendant à prouver que, dans tout fluide homogène, même imparfait, dont les mouvements sont bien continus, les composantes u, v, w de la vitesse suivant trois axes rectangulaires des x, y, z égalent les trois dérivées partielles en x, y, z d'une même fonction φ, pourvu que cela ait lieu à une seule époque, comme, par exemple, quand ces composantes étaient d'abord nulles. Or, dans les cas nombreux où des fluides peuvent être supposés incompressibles, l'existence de la fonction φ a pour effet d'annihiler l'influence des frottements, vu qu'elle transforme l'équation de continuité $\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0$ en $\Delta_2 \varphi = 0$, et qu'elle donne, en conséquence, par la différentiation, $\Delta_2 \frac{d\varphi}{dx} = 0, \ldots$, ou $\Delta_2 u = 0, \ldots$, ce qui

(1) M. de Saint-Venant l'avait du reste déjà donnée dans un Mémoire du 1er février 1869 (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 227), où il avait remarqué en outre (p. 230) que le frottement des parois s'oppose à ce que la démonstration soit applicable au moins dans leur voisinage.

annule, dans les équations indéfinies de Navier, tous les termes qui expriment l'action des frottements. Comme il est inadmissible que cette action ne s'exerce pas dans un fluide qui entre en mouvement et que délimitent toujours quelques parois, il faut que la démonstration dont il s'agit contienne un défaut caché. Pour le découvrir, il suffit d'appliquer aux trois équations (3) de l'article de M. Bresse une méthode dont je me suis servi au n° 197 de l'*Essai sur la théorie des eaux courantes* (*Savants étrangers*, t. XXIII, p. 532), pour démontrer le théorème de Lagrange dans le cas des fluides dits *parfaits*. Observons que chacune des équations (3) citées contient, à son premier membre, la dérivée complète par rapport au temps (ou dérivée prise en suivant une même molécule) de l'une des trois différences $\alpha = \frac{dv}{dz} - \frac{dw}{dy}, \beta = \ldots, \gamma = \ldots$ (supposées nulles à l'époque initiale $t = 0$), et qu'elle contient, à son second membre, des termes égaux aux produits respectifs de α, β, γ par les dérivées premières finies de u, v, w en x, y, z, plus une des trois expressions $\varepsilon\Delta_2\alpha$, $\varepsilon\Delta_2\beta$, $\varepsilon\Delta_2\gamma$, où ε exprime le rapport du coefficient des frottements intérieurs à la densité. Or, bien que la somme $\Delta_2\alpha$, par exemple, soit nulle, comme α, à l'époque $t = 0$, rien ne dit que, pour des valeurs de t infiniment voisines de zéro, son rapport à α reste fini. Si donc on appelle $K\alpha$ le second membre de la première des équations (3) citées, c'est-à-dire la valeur de la dérivée complète de α, il n'est pas permis d'affirmer, comme on le ferait sans la présence des termes en ε, que K reste fini pour $t = 0$, et, comme l'équation $\frac{d\alpha}{dt} = K\alpha$ revient à poser $\alpha = \alpha_0 e^{\int_0^t K\,dt}$ (α_0 désignant la valeur initiale de α), on ne peut plus de la condition $\alpha_0 = 0$ tirer $\alpha = 0$ si, par suite de valeurs assez grandes de K, l'intégrale $\int_0^t K\,dt$ est infinie.

» Pour voir comment $\Delta_2\alpha$ peut être, en effet, infiniment grand devant α, et pour comprendre aussi comment l'influence retardatrice des frottements se transmet dans toute la masse fluide, à partir des parois, *dès que le repos cesse*, concevons, par exemple, un liquide immobile contenu dans un lit d'une longueur indéfinie, d'une largeur constante et à fond horizontal, en sorte que nous puissions, dans ce qui suit, abstraire la pesanteur et la pression, qui se feront équilibre. De plus, admettons que la masse fluide ait sa profondeur et sa largeur assez grandes pour que tout se passe, dans le voisinage du fond, comme si la surface supérieure et les bords étaient à l'infini, et concevons qu'à un moment donné une force constante k, parallèle à un axe horizontal

des y pris sur le fond dans le sens de la longueur, vienne à s'exercer sur l'unité de masse de tout le fluide, de manière à ne laisser en repos que la couche du fond, maintenue par son adhérence à la paroi. Dans ces conditions, si nous prenons un axe des z normal au fond et dirigé vers le haut, des conditions de symétrie évidentes permettront de poser $u=0$, $\frac{dv}{dx}=0$, $\frac{dv}{dy}=0$, en sorte que la relation de continuité, réduite à $\frac{dw}{dz}=0$ et combinée avec la condition spéciale $w=0$ (au fond), donnera aussi partout $w=0$. Il reste, pour déterminer la vitesse v en fonction de z et t, 1° l'équation indéfinie

$$\text{(1)} \qquad \frac{dv}{dt}=k+\varepsilon\frac{d^2v}{dz^2},$$

et 2° les deux conditions spéciales $v=0$ au fond (c'est-à-dire pour $z=0$, $t>0$) et $v=0$ dans l'état initial (ou pour $t=0$, $z>0$). Ces équations s'intègrent par une méthode empruntée à la théorie analytique de la chaleur et qui donne

$$\text{(2)} \qquad v=kt\left[1-\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_{\omega_0}^{\infty}\left(1-\frac{\omega_0^2}{\omega^2}\right)e^{-\omega^2}d\omega\right], \quad \text{où} \quad \omega_0=\frac{z}{2\sqrt{\varepsilon t}}.$$

En effet, d'une part, cette expression de v satisfait aux conditions définies (ou aux limites $z=0$, $t=0$), car v y grandit de zéro à kt quand z ou ω_0 y croissent de zéro à ∞, vu que l'intégrale $\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_{\omega_0}^{\infty}\left(1-\frac{\omega_0^2}{\omega^2}\right)e^{-\omega^2}d\omega$, égale à 1, comme on sait, pour $\omega_0=0$, a tous ses éléments positifs, décroissants quand ω_0 grandit, et qu'elle perd un nombre de plus en plus grand de ces éléments à mesure que ω_0 croît, jusqu'à s'annuler pour $\omega_0=\infty$. D'autre part, la fonction sous le signe $\int$, dans (2), étant nulle aux deux limites de l'intégrale, on peut différentier une fois cette intégrale sous le signe $\int$. Il vient $\left(\text{en observant que les dérivées de } \omega_0^2 \text{ en } t \text{ et en } z \text{ valent } -\frac{\omega_0^2}{t} \text{ et } \frac{z}{2\varepsilon t}\right)$,

$$\text{(3)} \qquad \frac{dv}{dt}=k\left(1-\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_{\omega_0}^{\infty}e^{-\omega^2}d\omega\right), \quad \frac{dv}{dz}=-\frac{kz}{\varepsilon\sqrt{\pi}}\int_{\omega=\omega_0}^{\omega=\infty}e^{-\omega^2}d\frac{1}{\omega}.$$

La seconde de ces expressions, intégrée par parties, devient

$$\frac{2k\sqrt{t}}{\sqrt{\pi\varepsilon}}\left(e^{-\omega_0^2}-2\omega_0\int_{\omega_0}^{\infty}e^{-\omega^2}d\omega\right),$$

et, différentiée elle-même en z, elle donne enfin

$$\text{(4)} \qquad \frac{d^2v}{dz^2}=-\frac{2k}{\varepsilon\sqrt{\pi}}\int_{\omega_0}^{\infty}e^{-\omega^2}d\omega.$$

Or cette dernière (4), jointe à la première (3), montre bien que l'équation indéfinie (1) est elle-même vérifiée.

» Cela posé, la quantité α de M. Bresse, réduite ici à $\frac{dv}{dz}$, a pour expression, d'après la seconde (3), $\frac{kz}{\varepsilon\sqrt{\pi}}\int_{\omega_0}^{\infty} e^{-\omega^2}\omega^{-2}\,d\omega$, et, pour t très petit ou ω_0 très grand, elle a ses éléments, sous le signe $\int$, incomparablement moindres que les éléments correspondants de l'expression $\varepsilon\Delta_2\alpha$ ou $\varepsilon\frac{d^3v}{dz^3}$, laquelle, d'après (4) différentiée, vaut $\frac{k}{\sqrt{\pi\varepsilon t}}e^{-\omega_0^2}$ ou bien $\frac{4k}{z\sqrt{\pi}}\int_{\omega_0}^{\infty} e^{-\omega^2}\omega_0\omega\,d\omega$; en effet, le rapport de ces derniers éléments à ceux de α se trouve comparable au nombre $\omega_0\,\omega^3$, ou encore au nombre ω_0^4, qui, pour t très petit, est de l'ordre de l'inverse de t^2, en sorte que $\int \mathrm{K}\,dt$ est de l'ordre de l'inverse de t et devient bien infini, à la limite $t = 0$, comme il a été dit ci-dessus.

» L'excès $1 - \frac{v}{kt}$, qui, d'après (2), est fonction de ω_0 seulement, mesure chaque degré d'intensité de l'influence retardatrice de la paroi ; on voit, par la valeur (2) de ω_0, que ce même degré d'influence se propage à diverses distances z au bout de temps proportionnels à leurs carrés z^2. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur des intégrations relatives à l'équilibre d'élasticité ;* par M. ÉMILE MATHIEU. (Extrait par l'auteur.)

« Lamé, dans la douzième de ses *Leçons sur la théorie de l'élasticité*, examine l'équilibre d'élasticité d'un parallélépipède rectangle, dont il suppose les six faces soumises à des forces normales données ; il suppose, de plus, les forces disposées symétriquement sur deux faces opposées. C'est, suivant lui, la question la plus importante que l'on puisse se proposer dans toute la théorie de l'élasticité ; mais, après avoir ramené cette question à la détermination de trois séries de coefficients renfermés dans trois équations, il remarque qu'on ne peut déterminer ces coefficients par aucun théorème connu. *C'est,* dit-il, *une sorte d'énigme, aussi digne d'exercer la sagacité des analystes que le fameux problème des trois corps de la Mécanique céleste.*

» Je ne suis pas parvenu jusqu'à présent à résoudre le problème de Lamé ; mais j'ai résolu une question qui présente avec la sienne la plus grande analogie et qui, *a priori,* semble présenter exactement les mêmes difficultés. Le problème que j'ai résolu est celui-ci :

» Déterminer une fonction u qui satisfasse, à l'intérieur d'un parallélépi-

pède rectangle, à l'équation aux différences partielles du quatrième ordre $\Delta\Delta u = 0$, qui soit finie et continue dans cette étendue avec ses dérivées des trois premiers ordres, en supposant que l'on connaisse u et $\frac{du}{dn}$ sur chacune des six faces (dn étant l'élément de normale à la face).

» Ce problème est aussi susceptible d'applications dans la théorie de l'élasticité.

» L'expression de u peut s'écrire, en désignant par a, b, c les côtés du parallélépipède,

$$u = \sum\sum \sin\frac{n\pi\left(x-\frac{a}{2}\right)}{a}\sin\frac{n'\pi\left(y-\frac{b}{2}\right)}{b} \times [\mathrm{A}\mathrm{E}(lz) + \mathrm{B}\mathcal{E}(lz) + \mathrm{C}z\mathrm{E}(lz) + \mathrm{D}z\mathcal{E}(lz)] + \ldots\ldots,$$

avec $l = \pi\sqrt{\frac{n^2}{a^2}+\frac{n'^2}{b^2}}$, l'indication $+\ldots$ indiquant deux autres sommes doubles qui se déduisent de la première par un changement de lettre, les signes sommatoires s'étendant à toutes les valeurs entières positives de n, n', les lettres E, $\mathcal{E}$ indiquant un cosinus et un sinus hyperboliques; A, B, C, D sont des coefficients. L'expression de u renferme douze séries de coefficients; on peut en éliminer six au moyen des six premières équations, et il reste six équations et six séries de coefficients. Il restera enfin trois équations et trois séries de coefficients, si l'on suppose u impair en x, y, z. Le système de ces trois équations est tout à fait de même nature que celui des trois équations de Lamé; cependant on ne peut pas identifier ces deux systèmes.

» Je vais indiquer les problèmes auxiliaires qui m'ont servi à résoudre le problème que j'ai posé et qui me permettent de déterminer les coefficients de l'expression de u d'une manière indirecte.

» *Problème I.* — Trouver la fonction de Green pour un parallélépipède rectangle, c'est-à-dire trouver une fonction U des coordonnées rectangulaires de deux points (x, y, z), (x', y', z'), qui satisfasse à l'équation aux différences partielles $\Delta \mathrm{U} = 0$ dans l'intérieur de la figure, qui y soit continue ainsi que ses dérivées du premier ordre, excepté au point (x', y', z'), où elle devient infinie comme $\frac{1}{r}$, r étant la distance des deux points, enfin qui s'annule sur la surface du parallélépipède.

» *Problème II.* — D'après un théorème que j'ai démontré il y a onze

ans (*Journal de M. Liouville*, t. XIV, 2e série), on peut toujours trouver une fonction V de (x, y, z) et de (x', y', z') : 1° qui reste invariable quand on permute x, y, z avec x', y', z'; 2° qui, considérée comme fonction de x, y, z, varie d'une manière continue dans l'intérieur d'une surface σ, ainsi que ses dérivées des trois premiers ordres, excepté au point (x', y', z'), aux environs duquel son Δ se réduit sensiblement à $\frac{1}{r}$; 3° qui satisfasse à l'équation $\Delta\Delta V = 0$; 4° qui se réduise à zéro quand le point (x, y, z) vient sur la surface. Je détermine l'expression analytique de la fonction V quand σ est la surface d'un parallélépipède rectangle.

» *Problème III.* — Trouver une fonction V_1 de x, y, z et de x', y', z' : 1° qui, considérée comme fonction de x, y, z, varie d'une manière continue dans l'intérieur d'un parallélépipède rectangle, ainsi que ses dérivées des trois premiers ordres, excepté au point (x', y', z'), aux environs duquel son Δ se réduit sensiblement à $\frac{1}{r}$; 2° qui satisfasse à l'équation $\Delta\Delta V_1 = 0$; 3° qui se réduise à zéro quand le point (x, y, z) vient sur la surface; 4° dont la dérivée $\frac{dV_1}{dn}$ s'annule sur cette surface.

» *Problème IV.* — Connaissant la fonction V_1, on en peut déduire la fonction u du problème que j'ai posé au moyen de la formule

$$u = \frac{1}{4\pi}\int u\frac{d\Delta V_1}{dn}d\sigma - \frac{1}{4\pi}\int \Delta V_1\frac{du}{dn}d\sigma,$$

les intégrales s'étendant à tous les éléments $d\sigma$ de la surface du parallélépipède. »

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Recherches sur la diffusion.* Note de M. **L. Joulin.**

« Ces recherches ont porté sur la condensation des gaz par les corps poreux, sur la dissolution des gaz dans les liquides en contact direct ou séparés par une membrane, enfin sur les équilibres qui s'établissent entre les gaz condensés ou dissous et une atmosphère limitée ambiante.

» Pour chacun des phénomènes, j'ai étudié l'influence de la pression des gaz variant de quelques centimètres de mercure à 4^{atm}, et celle de la température entre 0° et 100°. L'appareil consistait en un tube de verre dans lequel on plaçait le corps absorbant, en communication, par des tubes de plomb et des robinets de verre, d'une part avec un réservoir-manomètre

de gaz, de l'autre avec une pompe à mercure permettant de faire le vide dans le tube absorbant à l'origine et de retirer des gaz pour l'analyse. Les observations comportaient les mesures corrigées des volumes initial et final et l'analyse de l'atmosphère à différentes époques pour l'étude des équilibres.

I. — Corps poreux.

» 1. Charbon de bois. — A. *Condensation des gaz. — Oxygène, azote, hydrogène secs.* — 1° La quantité pondérale condensée est, à une même température, sensiblement proportionnelle à la pression. C'est la loi trouvée par Dalton pour la dissolution de ces gaz par les liquides.

» 2° A une même pression, la variation des quantités condensées est sensiblement proportionnelle à la variation des températures prise en signe contraire. A 0° et 1800^{mm}, 4^{gr} de charbon ont absorbé : O, 105^{cc}; Az, 97^{cc}; H, 47^{cc}. A 0° et 430^{mm} : Az, 11^{cc}; H, 6^{cc}.

» 3° La saturation est instantanée, ou plutôt elle est trop rapide pour être mesurée par les moyens dont nous disposons.

» *Acide carbonique.* — 1° A une même température, la quantité condensée croît plus vite que la pression, jusqu'à 300^{mm} environ; à partir de là, l'accroissement est sensiblement proportionnel à la variation de pression.

» 2° A une même pression, la température croissant de 0° à 100°, la quantité condensée décroît d'abord plus vite que la température; ensuite, ses variations sont sensiblement proportionnelles à celles de la température. 4^{gr} de charbon ont absorbé 240^{cc} à 0° et 1700^{mm}, 100^{cc} à 0° et 300^{mm}.

» 3° Le temps nécessaire pour la saturation croît avec la pression, pour une même température; il décroît quand la température augmente, pour une même pression. 240^{cc} sont condensés à 0° et 1800^{mm}, en une heure vingt minutes; 109^{cc}, à 0° et 300^{mm}, en une heure six minutes; 87^{cc}, à 100° et 749^{mm}, en dix minutes.

» *Mélanges gazeux.* — 1° La condensation des mélanges gazeux est plus lente que celle de chacun des gaz qui les constituent; à 0° et 1800^{mm}, la saturation par l'air atmosphérique exige dix-huit minutes, tandis que l'oxygène et l'azote sont absorbés instantanément.

» 2° Pour un certain nombre de mélanges étudiés ($\frac{1}{2}CO^2 + \frac{1}{2}$ air atm., $\frac{1}{2}CO^2 + \frac{1}{2}Az$, $\frac{1}{2}O + \frac{1}{2}Az$), les quantités de gaz condensées sont loin d'être dans le même rapport que celles qui auraient été absorbées si chacun des gaz eût été seul, avec la pression qu'il possède dans le mélange.

» B. *Sortie des gaz condensés.* — La variation de la quantité condensée est indépendante du sens dans lequel on a fait varier la température et la

pression, réserve faite de la rapidité du phénomène, moindre dans le cas de la sortie que dans celui de l'entrée.

» C. *Équilibres entre des gaz occlus et une atmosphère limitée.* — Les expériences n'ont été faites jusqu'ici qu'à la pression et à la température ordinaires. Le gaz occlus était l'acide carbonique, 100^{cc} environ, saturant 4^{gr} de charbon; l'atmosphère extérieure a été successivement l'azote, l'oxygène, l'hydrogène, l'air, 300^{cc}. Voici les principaux résultats :

» 1° Les quantités de gaz nécessaires pour remplacer un même volume d'acide carbonique sont beaucoup moindres pour l'azote et l'hydrogène que pour l'oxygène. L'air atmosphérique participe des propriétés de ses deux composants.

» 2° Le temps nécessaire pour atteindre l'équilibre varie avec la nature du gaz extérieur; ainsi la condensation de l'hydrogène est atteinte en quelques instants, celle de l'azote en cent heures; celle de l'oxygène est encore plus lente. Dans l'azote et l'hydrogène, la sortie de l'acide carbonique est très rapide; elle dure cinq cents heures avec l'air atmosphérique, et dans ce cas, l'absorption de l'azote étant immédiate, les échanges se font uniquement avec des vitesses différentes du reste, entre l'oxygène et l'acide carbonique.

» *Gaz saturés d'humidité.* — Mêmes phénomènes qu'avec les gaz secs. L'introduction de vapeurs dans des cloches renfermant 300^{cc} ($\frac{1}{2}$ CO^2 + $\frac{1}{2}$ air ordinaire secs), dont l'absorption par 4^{gr} de charbon a commencé depuis une heure, a troublé entièrement les équilibres qui tendaient à s'établir : l'absorption de l'acide carbonique a été immédiatement arrêtée, une partie de ce gaz rendue à l'atmosphère extérieure, et l'équilibre s'est établi après cent heures avec une condensation de l'acide carbonique, pour la vapeur d'*eau* moitié de celle déjà produite au moment de l'introduction du liquide, pour la vapeur d'*alcool* un cinquième seulement de cette quantité.

» 2. Charbon imbibé de liquide. — *Eau:* les absorptions sont à peu près les mêmes qu'avec le charbon sec, instantanées pour l'azote, très lentes pour l'oxygène et l'acide carbonique. *Sulfure de carbone :* quantité condensée moindre qu'avec l'eau, saturation instantanée. *Alcool:* condensation encore moindre, saturation en vingt-quatre heures.

» Comme exemple de sorties de vapeur d'eau, concomitantes avec des entrées de gaz, je citerai l'exagération des phénomènes quand on expose au soleil la cloche dans laquelle se fait la condensation par du charbon imbibé. Le charbon s'échauffe plus que les parois de la cloche, vers lesquelles l'eau intérieure distille abondamment; en même temps, la condensation des gaz par le charbon est accélérée.

» 3. Autres corps poreux. — Dans les limites de température et de pression indiquées plus haut, les condensations de gaz par les corps poreux à faible consistance, mousse et noir de platine, et par le palladium non fondu, ont été très petites, et leurs variations avec la température et la pression contradictoires. Je n'insisterai pas sur ces résultats, qui trouveront place dans une autre Communication.

» Je dirai seulement que, à la température et à la pression ordinaires, différents échantillons de terre ont donné, en vingt-quatre heures, une petite quantité d'acide carbonique, et qu'ils ont absorbé en quantité notable les deux gaz de l'atmosphère, l'oxygène en proportion double de celle de l'azote. »

CHIMIE. — *Sur une propriété nouvelle des vanadates.* Note de M. P. **Hautefeuille**, présentée par M. Debray.

« Les vanadates acides de potasse, de soude et de lithine jouissent de la propriété assez inattendue de rocher à la façon des métaux ou de la litharge. Ces vanadates, lorsqu'ils passent lentement de l'état liquide à l'état solide, cristallisent et donnent naissance à de fines bulles de gaz, qui produisent en se dégageant un bruit sec analogue à celui de la décrépitation du chlorure de sodium et qui déterminent à travers les couches superficielles solidifiées les premières des épanchements de sel fondu et des jets de gaz. La cristallisation, troublée par ces phénomènes, est très confuse et fournit une masse caverneuse présentant les reliefs caractéristiques de l'argent coupellé en grande masse.

» Le gaz qui se dégage d'un vanadate qui roche est, comme celui qu'abandonne l'argent dans les mêmes conditions, de l'oxygène emprunté à l'air. Deux pesées successives d'un même vanadate, à l'état cristallisé et à l'état vitreux, qu'on peut lui donner en le solidifiant brusquement, m'ont permis de constater que les vanadates fondus au contact de l'air prennent rapidement une quantité constante d'oxygène. Ainsi, le bivanadate de lithine absorbe en quelques minutes près de huit fois son volume de ce gaz au rouge sombre, température à laquelle il est très fluide, et dégage ce volume de gaz à 600° environ pendant sa cristallisation.

» Pour constater la nature du gaz dégagé et en apprécier très exactement le volume, j'ai fait rocher les vanadates dans le vide (1). Les vanadates

(1) Je me suis servi d'un appareil semblable à celui qu'a décrit M. Dumas dans son Mé-

vitreux obtenus par la trempe, amenés rapidement en fusion dans le vide, perdent peu d'oxygène; mais de nombreuses bulles de gaz se produisent dès que leur température s'abaisse assez pour permettre leur cristallisation. Le vide exagère les effets du rochage, et, par suite, les vanadates cristallisés dans ces conditions présentent de nombreuses vacuoles. Une nouvelle cristallisation après fusion dans le vide ne s'accompagne plus de dégagement gazeux et donne ces vanadates exempts de cavités et cristallisés en longues fibres accolées les unes aux autres.

» Les vanadates dégagent dans le vide, en passant de l'état vitreux à l'état cristallin, des quantités d'oxygène variables avec les proportions relatives de l'acide et de la base, et aussi avec la nature de cette base, ainsi que le prouvent les résultats numériques suivants :

Formules des vanadates de potasse.	Oxygène dégagé par un poids de vanadate trempé contenant 1gr d'acide vanadique.	Formules des vanadates de soude.	Oxygène dégagé par un poids de vanadate trempé contenant 1gr d'acide vanadique.	Formules des vanadates de lithine.	Oxygène dégagé par un poids de vanadate trempé contenant 1gr d'acide vanadique.
	cc		cc		cc
$VaO^5 \frac{1}{2} KO$...	0,4	$VaO^5 \frac{1}{2} NaO$..	3,8	$VaO^5 \frac{1}{2} LiO$...	3,3
$VaO^5 \frac{1}{3} KO$. .	0,5	$VaO^5 \frac{1}{3} NaO$..	5,0	$VaO^5 \frac{1}{3} LiO$...	3,7
$VaO^5 \frac{1}{4} KO$...	2,7				
$VaO^5 \frac{1}{5} KO$...	3,4				

» Le volume d'oxygène susceptible de se dégager augmente donc lorsqu'on diminue la proportion de potasse, de soude ou de lithine, et le vanadate de potasse doit contenir au moins 4éq d'acide pour 1éq de potasse pour absorber pendant la fusion et pour dégager en cristallisant autant d'oxygène que le bivanadate de soude ou de lithine.

» En attaquant l'acide vanadique [1] par les carbonates de potasse, de soude ou de lithine, j'ai constaté des faits qui méritent d'être rapprochés des précédents, car la production des vanadates acides cristallisés s'accompagne aussi d'un dégagement d'oxygène [2].

---

moire *Sur la présence de l'oxygène dans l'argent métallique* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIV, p. 289).

[1] L'acide vanadique, en se solidifiant, ne dégage pas d'oxygène, mais il se forme de fines bulles de gaz lorsqu'on dépasse notablement la température de sa fusion, surtout dans le vide.

[2] Le dégagement d'oxygène ne peut être attribué à la décomposition de l'acide vana-

» Les différents vanadates formés dans le vide aux dépens de leurs éléments ont dégagé les quantités suivantes de gaz oxygène :

Formules des vanadates de potasse.	Oxygène dégagé par 1gr d'acide vanadique réagissant sur le carbonate de potasse.	Formules des vanadates de soude.	Oxygène dégagé par 1gr d'acide vanadique réagissant sur le carbonate de soude.	Formules des vanadates de lithine.	Oxygène dégagé par 1gr d'acide vanadique réagissant sur le carbonate de lithine.
	cc		cc		cc
VaO^5 KO...	0,0	VaO^5 NaO..	0,4	VaO^5 LiO...	2,5
$VaO^5\frac{1}{2}$KO...	0,7	$VaO^5\frac{1}{2}$NaO..	4,0	$VaO^5\frac{1}{2}$LiO...	4,7
$VaO^5\frac{1}{3}$KO...	1,5	$VaO^5\frac{1}{3}$NaO..	5,4	$VaO^5\frac{1}{3}$LiO...	5,8
$VaO^5\frac{1}{4}$KO...	3,3				
$VaO^5\frac{1}{5}$KO...	4,8				

» Le volume d'oxygène obtenu en attaquant l'acide vanadique par l'un quelconque des carbonates alcalins est donc supérieur à celui que dégage en rochant le vanadate acide de même composition.

» La synthèse du trivanadate de lithine permet de fixer la quantité maximum d'oxygène que perd l'acide vanadique cristallisé en se combinant avec les bases, savoir $5^{cc},8$, mesurés à $0°$ et sous la pression de 760^{mm}, pour un poids de trivanadate contenant 1^{gr} d'acide vanadique.

» L'existence, comme espèces distinctes, des vanadates acides en fusion, ainsi que celle des produits vitreux qui n'ont pas perdu la quantité d'oxygène inscrite dans le premier Tableau, n'est pas démontrée, car la cristallisation des vanadates acides est la seule preuve qu'on puisse invoquer pour établir qu'il y a combinaison entre la totalité des éléments en présence. Le volume d'oxygène que fixe un vanadate cristallisé qu'on fait fondre dans l'air peut fournir des indications sur les proportions relatives d'acide vanadique et de vanadate qui peuvent se mélanger au rouge très sombre sans entrer en combinaison. La fusion du trivanadate de lithine, par exemple, mettrait en liberté environ les $\frac{2}{3}$ de l'acide vanadique de ce sel, car ce trivanadate absorbe, lorsqu'il est fondu dans l'air, une quantité d'oxygène capable de restituer aux $\frac{2}{3}$ de l'acide du sel ce qu'ils ont perdu en se combinant à la lithine. La synthèse du trivanadate cristallisé, effectuée en fondant dans le vide $2^{éq}$ d'acide vanadique avec $1^{éq}$ de monovanadate de lithine, détermine en effet, d'après des expériences directes, un

---

dique par la chaleur produite par la combinaison de cet acide avec l'alcali, car c'est un abaissement de température qui le détermine.

dégagement d'oxygène presque identique à celui qu'on observe dans le rochage de ce sel acide.

» La cristallisation des vanadates acides n'est pas un simple changement d'état physique; elle est, comme leur rochage, un des phénomènes qui manifestent la propriété qu'acquiert l'acide vanadique de former des sels acides dans certaines conditions.

» Les faits que je viens d'exposer peuvent avoir diverses conséquences; je me bornerai à en indiquer une de nature à intéresser les chimistes qui s'occupent de la détermination des équivalents. Si le véritable acide vanadique, isomorphe de l'acide phosphorique, est le corps susceptible de se combiner, sans perdre de son poids, avec les bases et, en particulier, avec la lithine, il contient par gramme $8^{mgr},3$ d'oxygène de moins que l'acide vanadique libre fondu ou desséché à l'air. L'équivalent du vanadium ayant été fixé par la perte de poids qu'éprouve l'acide vanadique en passant à l'état de trioxyde de vanadium, je suis conduit à examiner de nouveau cette méthode de détermination de l'équivalent et à en contrôler les résultats par d'autres n'exigeant pas la pesée de l'acide vanadique. Je donnerai les résultats de cette étude dans une prochaine Communication, si l'Académie veut bien l'accueillir. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques propriétés des mélanges de cyanure de méthyle avec l'alcool ordinaire et avec l'alcool méthylique.* Note de MM. CAMILLE VINCENT et DELACHANAL.

« Nous avons précédemment indiqué ([1]) l'existence, à l'état de mélange avec le sulfure de carbone et l'alcool ordinaire, du cyanure de méthyle dans les produits légers des benzines brutes de la houille. Nous avons séparé à l'état de pureté le sulfure de carbone et l'alcool, mais nous n'avons pu alors obtenir que du cyanure de méthyle renfermant encore 30 pour 100 d'alcool.

» En épuisant l'action de l'acide phosphorique anhydre sur ce produit, nous avons obtenu une petite quantité de cyanure de méthyle pur. Ce produit ainsi préparé bout à 81°,6 sous la pression normale, tandis que les mélanges sur lesquels nous avons opéré bouillent vers 73°, c'est-à-dire à une température beaucoup plus basse que celle des deux liquides mélangés,

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 340.

alcool et cyanure, ce qui pouvait faire croire à l'existence d'un troisième produit dans le mélange.

» Nous avons utilisé le cyanure de méthyle pur dont nous disposions pour étudier les propriétés de ses divers mélanges avec l'alcool, et nous avons tout d'abord reconstitué le mélange à 70 pour 100 de cyanure, dont le point d'ébullition a été trouvé le même que celui du mélange dont nous étions partis. Nous en avons conclu à l'absence probable d'un troisième corps dans le mélange primitif, et nous avons été ainsi conduits à étudier les mélanges d'alcool et de cyanure de méthyle au point de vue de leur point d'ébullition et de leur densité; puis nous en avons déduit une méthode rationnelle de séparation de ces deux corps, qui nous a permis d'obtenir à l'état de pureté des quantités relativement considérables de cyanure de méthyle au moyen des produits légers de la benzine brute de houille, qui sont la source la plus abondante de ce produit.

» 1° *Points d'ébullition des mélanges d'alcool et de cyanure de méthyle.* — Nous avons constitué des mélanges renfermant 10, 20, 30,..., 90 pour 100 d'alcool, et nous en avons pris les points d'ébullition au moyen d'un appareil à reflux et à double enveloppe de vapeur, disposé de façon à éviter tout fractionnement en opérant sur une faible quantité de mélange. Cet appareil se compose d'un ballon auquel s'adapte un long tube vertical dans lequel plongent le réservoir et la tige d'un thermomètre. Ce tube est légèrement resserré vers le premier tiers et porte une toile de platine au-dessus de laquelle se rassemblent les produits qui s'y condensent et dont l'excès se déverse par un tube-siphon dans le ballon. Pour éviter le refroidissement extérieur du tube, la partie comprise au-dessus de l'étranglement est enveloppée par un manchon concentrique dans lequel passent les vapeurs avant de se rendre dans un réfrigérant à reflux; un second siphon ramène constamment à la partie inférieure du tube les produits condensés.

» La température d'ébullition des mélanges de cyanure de méthyle et d'alcool décroît d'abord très rapidement à mesure que la proportion d'alcool augmente : la température minima d'ébullition (72,6) est celle du mélange renfermant 56 d'alcool et 44 de cyanure, c'est-à-dire presque exactement équivalents égaux des deux corps.

» Les résultats de nos expériences sont consignés dans la cinquième colonne du Tableau ci-après.

» 2° *Densité des mélanges précédents.* — Nous avons déterminé la densité à 0° des mélanges de cyanure de méthyle et d'alcool par la méthode du flacon.

» Nous avons groupé dans le Tableau ci-dessous les résultats de nos expériences, ainsi que la contraction produite dans les divers mélanges d'alcool et de cyanure de méthyle :

Mélanges		Densités	Contraction	Température	Mélanges		Densités	Contraction	Température
Alcool.	Cyanure.	à 0°.	à 0°.	d'ébullition.	Alcool.	Cyanure.	à 0°.	à 0°.	d'ébullition.
0	100	0,8052	0	81,6	60	40	0,8102	0,00111	72,7
10	90	0,8059	0,00007	76,8	70	30	0,8114	0,00177	73,2
20	80	0,8067	0,00017	74,8	80	20	0,8127	0,00251	74,1
30	70	0,8075	0,00029	73,8	90	10	0,8130	0,00211	75,4
40	60	0,8083	0,00046	73,2	95	5	»	0,00138	»
50	50	0,8092	0,00071	72,7	100	0	0,8120	0	78,4

» 3° *Méthode rationnelle de séparation du cyanure de méthyle de l'alcool ordinaire.* — Nous avons constaté que la distillation fractionnée d'un mélange d'alcool et de cyanure de méthyle donne d'abord, quel que soit ce mélange, un produit renfermant 56 pour 100 d'alcool, puis de l'alcool ou du cyanure plus riche, suivant qu'on opère sur un mélange contenant plus ou moins de 56 pour 100 d'alcool.

» Il résulte de ce fait que, pour séparer le cyanure de méthyle de l'alcool, il convient de soumettre le mélange à la distillation fractionnée pour classer les produits, puis de faire dissoudre la plus grande quantité possible de chlorure de calcium dans le mélange bouillant à la température minima, afin d'absorber de l'alcool, enfin de distiller au bain-marie et de soumettre de nouveau le produit obtenu à la distillation fractionnée. On obtient ainsi rapidement du cyanure de méthyle très riche, dont on élimine les dernières traces d'alcool par une distillation sur l'acide phosphorique anhydre et par une rectification, pour séparer la petite quantité d'oxyde et d'acétate d'éthyle qui prend naissance dans la réaction de l'acide phosphorique.

» En opérant ainsi, nous avons obtenu à l'état de pureté parfaite plusieurs litres de cyanure de méthyle bouillant à la température constante de 81°,6 sous la pression normale.

» 4° *Points d'ébullition et densités des mélanges d'alcool méthylique et de cyanure de méthyle.* — Les résultats précédents nous ont engagés à étudier les mélanges d'alcool méthylique et de cyanure de méthyle. Nous avons dû d'abord préparer de l'alcool méthylique pur; nous avons eu recours, pour cela, à la décomposition du citrate de méthyle pur par une lessive de potasse. Le produit obtenu a été séché sur la chaux, puis rectifié sur le sodium. L'alcool méthylique pur ainsi préparé bout à 64°,8 sous la pression nor-

male. Cette température s'écartant notablement de celles qui sont indiquées, notre thermomètre ayant été vérifié avec soin, nous avons cru devoir préparer d'autre alcool méthylique au moyen du formiate de méthyle, selon le procédé de MM. Bardy et Bordet. Cet alcool, séché d'une façon absolue sur la chaux, puis sur le sodium, a présenté exactement le même point d'ébullition, ce qui nous autorise à considérer le nombre 64°,8 comme représentant la température d'ébullition de l'alcool méthylique pur et anhydre sous la pression normale.

» Les mélanges d'alcool méthylique et de cyanure de méthyle présentent des phénomènes analogues à ceux des mélanges d'alcool ordinaire et de cyanure. Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau ci-dessous :

Mélanges		Température d'ébullition.	Densité à 0°.	Contraction à 0°.
Alcool méthylique.	Cyanure.			
0	100	81,6	0,8052	0
10	90	74,0	0,8063	0,00076
20	80	69,2	0,8073	0,00148
30	70	67,1	0,8083	0,00218
40	60	65,7	0,8093	0,00278
50	50	64,8	0,8102	0,00332
60	40	64,2	0,8110	0,00378
70	30	63,8	0,8115	0,00384
80	20	63,7	0,8115	0,00318
90	10	64,0	0,8109	0,00192
100	0	64,8	0,8098	0

» La séparation du cyanure de méthyle de l'alcool méthylique doit pouvoir s'effectuer de la même façon que de l'alcool ordinaire. L'opération doit même être plus facile, en raison de la différence plus considérable des points d'ébullition du cyanure pur et du mélange qui bout à la température minima. »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences montrant que l'anesthésie due à certaines lésions du centre cérébro-rachidien peut être remplacée par de l'hyperesthésie, sous l'influence d'une autre lésion de ce centre.* Note de M. **Brown-Séquard.**

« De nombreuses expériences, dont quelques-unes ont été faites il y a plus d'un an à mon Cours, au Collège de France, m'ont donné des résultats décisifs contre plusieurs des doctrines admises à l'égard de la sensibilité.

Je me borne aujourd'hui à mentionner ceux de ces faits qui ont le plus d'intérêt.

» Sur des animaux de trois espèces (chiens, cobayes et lapins, mais surtout ces derniers), j'ai d'abord coupé transversalement une moitié latérale de la protubérance annulaire, immédiatement en arrière d'un des pédoncules cérébelleux moyens. Les effets de cette lésion ont été très variés, même à l'égard des troubles de la sensibilité. Néanmoins, parmi les animaux ainsi opérés (et surtout parmi les lapins), j'ai constaté assez souvent, quant à la sensibilité, les effets que j'ai signalés comme résultats ordinaires d'une hémisection transversale de la moelle épinière. Il y a eu augmentation plus ou moins considérable de la sensibilité d'un côté (celui de la lésion) et diminution plus ou moins notable (et quelquefois perte complète) de cette propriété de l'autre côté. Ces deux effets (hyperesthésie et anesthésie) se sont surtout montrés dans les membres pelviens.

» La section de la protubérance ayant été faite à droite dans ces expériences, j'ai constaté, comme je l'ai dit, que le membre pelvien du même côté (le droit) était hyperesthésique, tandis que le membre pelvien de l'autre côté (le gauche) était anesthésique. Après m'être bien assuré de ces faits, j'ai coupé transversalement la moitié latérale gauche de la moelle épinière au niveau de la dixième vertèbre dorsale. J'ai bientôt trouvé, après cette seconde lésion, que le membre pelvien gauche, celui qui avait perdu plus ou moins complètement la sensibilité après la première lésion, était devenu non-seulement sensible, mais bien plus sensible qu'à l'état normal. L'anesthésie était remplacée par de l'hyperesthésie. Au contraire, le membre pelvien droit, hyperesthétique après la première lésion, était devenu anesthétique après la seconde. Il importe que j'ajoute que l'hyperesthésie du côté de la lésion de la moelle épinière a été tout aussi marquée dans ces cas que lorsque cette lésion a été faite chez un animal n'ayant été soumis à aucune autre lésion.

» Dans une autre série d'expériences, après avoir coupé la moitié latérale droite de l'encéphale au niveau de l'extrémité antérieure du pédoncule cérébral et après avoir constaté une diminution plus ou moins considérable (et quelquefois la perte) de la sensibilité dans les membres du côté opposé (gauche), j'ai fait une seconde lésion consistant en une section transversale de la moitié latérale gauche du bulbe rachidien, chez deux lapins ou de la moelle épinière, chez six autres. J'ai alors trouvé de l'hyperesthésie dans le membre pelvien gauche (qui avait été anesthétique) et de l'anesthésie dans le membre pelvien droit (qui avait été hyperesthé-

tique). Ici encore, comme dans la première série d'expériences, une seconde lésion a fait cesser les effets de la précédente et a fait apparaître des effets absolument contraires.

» Si l'on met en présence des résultats de mes expériences les faits si remarquables, signalés par M. Vulpian, de guérison d'anesthésie, chez l'homme, par l'application de courants galvaniques (même dans des cas de lésion organique de l'encéphale), ainsi que les faits si intéressants de transfert d'anesthésie et d'hyperesthésie, chez l'homme, publiés par M. Charcot, M. Dumont-Pallier, M. Debove et d'autres observateurs, on est conduit forcément à rejeter la notion que l'anesthésie due à une lésion encéphalique dépend nécessairement de l'altération ou de la destruction soit de centres percepteurs, soit de conducteurs transmettant les impressions sensitives à ces centres.

» La production d'anesthésie et d'hyperesthésie dans les deux séries d'expériences que j'ai rapportées peut s'expliquer aisément à l'aide des notions nouvelles exposées dans mes deux dernières Communications à l'Académie (voir les *Comptes rendus*, 1879, t. LXXXIX, p. 657 et 889). J'ai montré que certains points du centre cérébro-rachidien possèdent une grande puissance pour faire disparaître les propriétés d'autres parties du système nerveux, par une influence *inhibitoire* (influence d'*arrêt*), et que les mêmes points ou d'autres sont doués d'une autre propriété jusqu'alors non étudiée et en vertu de laquelle les lésions irritatrices de ces points peuvent augmenter les activités, les propriétés ou les actions de parties plus ou moins distantes. C'est une influence *dynamogénique* qui se manifeste dans ce dernier cas. Les faits contenus dans ma Communication d'aujourd'hui peuvent être facilement expliqués si l'on considère l'anesthésie comme l'effet d'une influence inhibitoire exercée sur les éléments sensitifs de la moelle épinière et l'hyperesthésie comme l'effet d'une influence dynamogénique sur les mêmes éléments.

» D'autres conclusions ressortent si naturellement des faits que j'ai rapportés, qu'il est presque inutile de les mentionner. Je me bornerai à dire : 1° que l'on n'a plus le droit de se servir de l'apparition de l'anesthésie après une lésion de l'encéphale pour en conclure que la partie lésée est un centre percepteur ou un lieu de passage de conducteurs d'impressions sensitives; 2° que, malgré les faits si nombreux qui m'ont conduit à proposer et à faire admettre la théorie que les conducteurs des impressions sensitives des membres s'entre-croisent dans la moelle épinière, cette théorie doit être rejetée; 3° qu'une moitié latérale de la base de l'encéphale peut suffire à la

transmission des impressions sensitives des deux côtés du corps (puisque, dans les expériences que j'ai rapportées, une moitié de la base de l'encéphale a transmis les impressions sensitives d'abord des membres droits seuls, puis celles du membre pelvien gauche seul). »

PHYSIOLOGIE. — *Effets réflexes de la ligature d'un pneumogastrique sur le cœur, après la section du pneumogastrique opposé.* Note de M. **François-Franck**, présentée par M. Marey.

« La ligature du pneumogastrique droit ou gauche, celui du côté opposé ayant été sectionné, produit un ralentissement ou un arrêt du cœur presque aussi notable que si le nerf du côté opposé était intact.

» On ne saurait, dans ces cas, regarder l'effet cardiaque comme la conséquence directe de l'excitation du pneumogastrique sur lequel on place la ligature; en effet, celle-ci ne produit que très exceptionnellement d'effet modérateur sur le cœur quand on l'applique au segment périphérique du pneumogastrique. Il faut donc admettre que l'arrêt du cœur est réflexe et que le nerf sur lequel on pratique la ligature sert lui-même de voie de transmission centripète et centrifuge à l'action réflexe modératrice.

» Le passage du réflexe modérateur par le nerf lié est démontré par deux expériences.

» 1° Si l'on pratique une seconde ligature du même nerf *au-dessus* de la première, le réflexe cardiaque ne se produit plus, le pneumogastrique opposé étant coupé.

» 2° Si l'on opère l'interruption du nerf avec une assez grande rapidité pour empêcher l'action réflexe de trouver le temps de passer, le cœur ne présente aucun ralentissement : c'est ce qui s'observe si l'on coupe le nerf brusquement avec des ciseaux très fins et tranchants.

» Afin de poursuivre l'étude de ce phénomène et de déterminer le temps minimum nécessaire à l'acte réflexe pour se produire, j'ai fait construire par M. Galante un appareil que je désigne sous le nom de *névrotome à signal électrique*. Un signal de M. Deprez indique sur un cylindre enregistreur l'instant où commence la constriction du nerf et l'instant où la continuité de ce nerf est complètement interrompue. On peut ainsi s'assurer, en produisant la compression ou la section des tubes nerveux avec une rapidité variable, que le réflexe cardiaque se produit encore quand il s'écoule plus d'un dixième de seconde entre l'instant où l'on commence à toucher le nerf

avec la lame de l'instrument et le moment où le nerf est complètement interrompu.

» Avec le même appareil, on peut répéter des expériences analogues sur les nerfs mixtes des membres et montrer, par un procédé nouveau, que le phénomène de mouvement provoqué par l'excitation d'un nerf mixte dans sa continuité résulte de la combinaison d'une secousse simple, directe, et d'une contraction réflexe (Wundt). Si, en effet, on interrompt assez vite la continuité du nerf pour empêcher le réflexe moteur de passer, on n'observe plus que la secousse simple, identique à celle qu'on obtient par l'irritation du bout périphérique du nerf moteur. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de la transmission de la tuberculose.* Note de M. **H. Toussaint**, présentée par M. Bouley.

« Les pathologistes vétérinaires s'accordent en général pour admettre que la tuberculose est inconnue ou du moins d'une extrême rareté dans l'espèce porcine. Ce fait n'est cependant point le résultat d'une inaptitude à contracter la maladie. Les expériences de M. Saint-Cyr en 1874, répétées depuis par plusieurs pathologistes, mettent en évidence la facilité avec laquelle se fait l'infection tuberculeuse chez le porc.

» Rien n'est plus commun, dans les abattoirs, que les organes tuberculeux de bœuf ou de vache. On y chercherait vainement un tubercule de porc.

» A quoi tiennent donc ces différences chez des animaux également aptes à contracter la maladie par les procédés expérimentaux? Les expériences que je résume dans cette Note me paraissent répondre à cette question.

» Expériences. — *Première série.* Trois porcs de sept à huit mois ont servi à diverses expériences; ils sont depuis cinq mois à l'écurie du laboratoire et sont dans le meilleur état, gros et gras; nos 1, 2, 3.

Le 29 septembre 1879, on isole le porc no 3, et l'on fait manger aux nos 1 et 2 un poumon entier de vache tuberculeuse provenant de l'abattoir et renfermant une quantité considérable de tubercules. Les deux animaux le dévorent avec gloutonnerie.

» Deux jours après, le sol de la loge étant lavé avec soin, on y replace le no 3. Cependant je mets bientôt dans une loge spéciale le no 2, truie en état de gestation avancée. Elle accouche, dix-huit jours après, de cinq petits; mais elle en écrase quatre, dont je ne puis malheureusement faire l'autopsie, qui d'ailleurs n'eût servi qu'à peu de chose, car, après un aussi court espace de temps, les désordres sont peu apparents et sont sujets à contestation.

» No 1. Il est tué le soixante-dix-septième jour de l'ingestion. Il a considérablement maigri pendant le dernier mois. L'autopsie montre une tuberculose généralisée très avancée. Les

ganglions sont hypertrophiés; ulcérations du voile du palais, granulations tuberculeuses dans tous les organes et les séreuses des cavités splanchniques.

» N° 2, *truie*. Elle meurt dans l'état de maigreur le plus extrême le 10 janvier, cent-un jours après l'ingestion. Ulcérations du voile du palais. État crétacé de tous les ganglions lymphatiques de l'économie. Mamelles farcies de tubercules. Tous les organes parenchymateux des cavités abdominale et thoracique sont criblés de tubercules infiltrés de sels calcaires.

» N° 4. Le même jour que sa mère, le jeune porcelet meurt également; il est tuberculeux, mais ses lésions sont moins avancées; il présente par contre une forte hépatisation pulmonaire.

» N° 3. Celui-ci, placé avec les tuberculeux 1 et 2, se conserve avec son embonpoint. Il est tué le 12 janvier après cent jours de cohabitation, et montre une tuberculose commençante et limitée aux ganglions sous-maxillaires et bronchiques, avec quelques granulations dans le poumon. Il est certain que l'on a dans ce cas une transmission par l'auge commune.

» *Deuxième série.* N° 5. Le 18 décembre, on fait manger à un jeune porc une partie du poumon et des ganglions du n° 1. On le tue le 12 janvier, vingt-trois jours après l'ingestion. Rien d'apparent à la surface des organes, mais les ganglions sous-maxillaires sont hypertrophiés et montrent au microscope des granulations tuberculeuses à leur première période de formation.

» N° 6. Le 18 décembre, sur le n° 1, on prend un ganglion tuberculeux dont on enlève un point qui est broyé et filtré sur un linge et l'on fait une injection de 1^{cc} sur le côté gauche du voile du palais. Le 16 mars 1880, cinquante-sept jours après, le ganglion sous-maxillaire gauche est énorme; celui du côté opposé est à peine tuberculeux. Tous les organes habituellement envahis sont farcis de granulations tuberculeuses, dont quelques-unes blanchissent au centre.

» *Troisième série.* N° 7. Le 11 janvier 1880, on donne à manger à un porcelet les débris tuberculeux de la truie n° 2, morte la veille. Au 20 février, les ganglions sous-maxillaires sont déjà volumineux. Au 16 mars, l'animal est à toute extrémité. On le tue et l'on trouve une tuberculose généralisée arrivée à la dernière période. Le voile du palais est tuberculeux.

» N° 8. 11 janvier 1880. Porcelet de deux mois. Injection sous la peau de quelques gouttes de sang du n° 2. Il s'est formé une tumeur irrégulière, dure et lobulée. Soixante et un jours après l'injection on le tue et l'on rencontre des tubercules de la peau du ganglion, de nombreuses granulations grises des plèvres, du poumon, du foie, de la rate et de l'épiploon.

» En résumé, ces expériences démontrent que les lésions du porc appartiennent à la tuberculose aiguë et qu'elles entraînent toujours la mort dans un espace de temps très court, quelques semaines. La tuberculose du porc est analogue à la phthisie galopante de l'homme. L'espèce bovine, au contraire, a le plus souvent une tuberculose chronique. Il résulte de ce fait que les jeunes porcs provenant de parents tuberculeux résistent peu de

temps à cette maladie et meurent dans le jeune âge, et que, chez les adultes qui deviennent tuberculeux, la marche rapide de l'affection empêche la reproduction.

» Au point de vue de la contagion, ces faits confirment également que la tuberculose se transmet avec la plus grande facilité : 1° par l'ingestion de matières tuberculeuses; 2° par l'hérédité ou l'allaitement; 3° par l'inoculation de la matière tuberculeuse ou du sang; 4° par simple cohabitation.

» Je démontrerai dans une prochaine Note que l'infection, dans le cas d'ingestion ou de contagion, se fait par la bouche. »

CHIRURGIE. — *Sur un mode de traitement de certaines surdités et surdi-mutités infantiles.* Note de M. **Boucheron**, présentée par M. Bouley. (Extrait.)

« On sait combien sont fréquentes chez les adultes les complications auriculaires du catarrhe naso-pharyngien, qui, en se propageant à la caisse du tympan par la trompe d'Eustache, amène tantôt une surdité passagère, tantôt une surdité progressive. Le catarrhe naso-pharyngien, si fréquent chez l'enfant, peut aussi provoquer, dans certaines circonstances, des complications sérieuses du côté de l'oreille, et les conséquences en sont encore plus graves que chez l'adulte, car chez l'enfant la surdité est suivie de mutité.

» Le mécanisme connu de la surdité par suite de catarrhe naso-pharyngien est le suivant. Sous l'influence de l'inflammation, la muqueuse de la trompe d'Eustache se gonfle et en oblitère le calibre; puis l'air qui est contenu dans la caisse ne tarde pas à être absorbé. Alors la pression de l'atmosphère refoule le tympan en dedans, et fait exécuter aux osselets de l'ouïe un mouvement qui enfonce l'étrier dans la cavité labyrinthique, et le fait presser fortement sur le liquide du labyrinthe. Ce liquide transmet intégralement cette pression sur les extrémités du nerf acoustique, qui peut être écrasé si la compression se prolonge. Le nerf acoustique une fois détruit, la surdité et la surdi-mutité sont définitives et incurables. Si la compression cesse à temps, le nerf acoustique reprend ses fonctions plus ou moins complètement et l'enfant sera capable d'apprendre à parler.

» Pour faire cesser la compression du nerf acoustique, le moyen usité chez l'adulte, c'est d'insuffler dans la caisse du tympan, par la trompe, une certaine quantité d'air qui refoule le tympan en dehors et diminue ou supprime la compression labyrinthique, pendant qu'on modifie les lésions

des muqueuses pharyngo-auriculaires par des cautérisations appropriées et qu'on diminue la susceptibilité inflammatoire de ces membranes par un traitement général convenable.

» Mais le cathétérisme de la trompe, les insufflations d'air dans la caisse du tympan, les cautérisations pharyngées, sont des manœuvres inexécutables chez l'enfant éveillé; elles exigent une immobilité de l'opéré que le sommeil anesthésique peut seul réaliser. La méthode d'anesthésie à employer en pareil cas est celle de M. de Saint-Germain. Par cette méthode, en effet, la chloroformisation infantile est rapide et inoffensive. En deux ou trois aspirations de vapeur chloroformique, l'enfant tombe dans l'immobilité et la résolution. Il suffit de deux ou trois minutes pour pratiquer le cathétérisme, les insufflations d'air et la cautérisation pharyngée avec un pinceau coudé, imbibé d'une solution d'iode au quart ou au tiers. On répète ces petites opérations généralement trois fois par semaine, et en même temps on institue un traitement général approprié (1).

» La chloroformisation et l'éthérisation sont, sans contredit, les meilleurs procédés d'anesthésie applicables en ces circonstances. Cependant on peut aussi utiliser l'hydrate de chloral à l'intérieur, seul ou suivi de la chloroformisation (Trélat). L'avantage de ces procédés anesthésiques est d'être moins émouvants pour l'opérateur; mais l'ingestion du chloral procure une immobilité moins complète de l'enfant, et l'administration répétée de ce médicament peut amener quelques symptômes de chloralisme (2).

» *Indications.* — La surdi-mutité la plus fréquente est celle qui survient chez les enfants dont les parents ou les grands parents sont affectés de catarrhe naso-pharyngien chronique, à répétition, avec hem fréquent, catarrhe amenant dans l'âge mur ou la vieillesse une surdité plus ou moins marquée. C'est aussi chez les enfants un catarrhe à répétition qui cause les accidents auriculaires; un catarrhe naso-pharyngien intense, accidentel ou consécutif aux maladies éruptives, peut aussi produire la surdité ou la surdi-mutité.

» Dans les cas où la surdité chez les enfants existe depuis plusieurs mois, le traitement ramène encore généralement une restauration assez étendue de l'ouïe; quelques-uns même guérissent après deux ou trois ans de sur-

(1) Le cathétérisme chez les enfants ne peut être exécuté qu'avec une sonde de courbure et de dimensions spéciales, basées sur la conformation des organes infantiles. Un modèle de cette sonde est soumis à l'Académie.

(2) La chloroformisation répétée, mais à très petites doses, n'a pas paru être dangereuse pour l'économie, car, après plus de six mois d'emploi chez une petite fille, elle n'avait apporté aucune modification dans la santé.

dité, mais dans un espace de temps variable, que prolongent les poussées successives de catarrhe naso-pharyngien.

» Quand la surdité ou la surdi-mutité persiste depuis plusieurs années, la restauration d'une partie de l'ouïe n'est possible que si le nerf acoustique n'a pas été complètement écrasé, détruit d'après le processus signalé plus haut. Dans les cas assez anciens, il est arrivé d'obtenir un certain retour de la fonction auditive, qui permet à l'enfant d'apprendre quelques mots et d'être plus apte à recevoir une instruction ultérieure.

» Il est d'ailleurs très difficile, étant donné un jeune enfant sourd-muet, de savoir si le nerf acoustique est oui ou non complètement détruit; le traitement pourra donc être institué à titre d'essai.

» Dans les surdi-mutités dites héréditaires, ce qui est surtout primitivement héréditaire, ce n'est pas la surdi-mutité, mais le catarrhe naso-pharyngien constitutionnel, dont la consanguinité peut encore aggraver l'intensité. En s'attaquant de bonne heure au catarrhe naso-pharyngien et à sa complication auriculaire par cette médication, on peut très heureusement empêcher ou atténuer la surdité ou la surdi-mutité.

» Les surdités et surdi-mutités par arrêt de développement de l'encéphale, par absence du nerf acoustique, par affection méningitique ou encéphalique, par destruction irrémédiable de l'oreille interne, ne sont pas justiciables de ce mode de traitement. Ces cas, d'ailleurs, sont beaucoup plus rares que les surdités par catarrhe naso-pharyngien. »

M. Vinot adresse une Note concernant les dimensions que notre œil attribue à la Lune.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 mars 1880.

Annuaire de la Marine et des Colonies, 1880. Paris, Berger-Levrault, 1880; in-8°.

Annuaire de la Société nationale d'Agriculture de France; année 1880. Paris, J. Tremblay, 1880; in-18.

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire; t. XXIII, année 1879. Saint-Étienne, impr. Théolier, 1879; in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1880. Bruxelles, F. Hayez, 1880; in-18.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents, 1880. Février: *Personnel.* Paris, Dunod, 1880; 2 vol. in-8°.

Démonstration d'une méthode préventive et curative des maladies, de la phthisie en particulier; par le Dr C. GAUBERT. Montpellier, typogr. Boehm et fils, 1880; br. in-8°.

Sur un procédé nouveau d'extraction du sucre des mélasses; par U. GAYON. Paris, G. Masson, 1880; br. in-8°.

Notes diverses; par M. U. GAYON. Bordeaux, impr. Gounouilhou, 1880; br. in-8°.

L'Année scientifique et industrielle; par L. FIGUIER. 23e année, 1879. Paris, Hachette et Cie, 1880; in-12.

Esquisse historique sur le siphon; par A. DE HEMPTINNE. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Mesure de l'intensité calorifique des radiations solaires et de leur absorption par l'atmosphère terrestre; par M. A. CROVA. Paris, Gauthier-Villars, 1880; br. in-8°. (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique.*)

Recherches sur le grand sympathique des insectes. De la dispersion qui s'observe à la surface du peigne et des causes anatomiques de ce phénomène; par M. J. CHATIN. Meulan, impr. Masson, 1880; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société philomathique de Paris.*)

Arboriculture fruitière. Nouveau traitement du pêcher. Système Chevalier aîné, de Montreuil; par L. VAUVEL. Paris, A. Goin, 1880; br. in-8°.

Culture de l'asperge à la charrue; par L. VAUVEL. Paris, A. Goin, 1880; br. in-8°.

Du Phylloxera en 1880. *Méthode rationnelle de préservation de la vigne par la culture intensive et l'insecticide persistant; par* le vicomte DE LA LOYÈRE. Paris, Librairie agricole, 1880; br. in-8°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Résumé des leçons pratiques sur le greffage des vignes américaines, organisées par la Société centrale d'Agriculture de l'Hérault, à l'École d'Agriculture de Montpellier, les 8, 9 *et* 10 *mars* 1880. Montpellier, typogr. Grollier, 1880; in-18. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

L'État et les chemins de fer en Angleterre. Lettre adressée à M. le Président

de la Commission des Annales des Ponts et Chaussées ; *par* Ch. de Franqueville. Paris, A. Chaix, 1880 ; br. in-8°.

Études cinématiques ; par M. E.-J. Habich. Paris, Gauthier-Villars, 1879 ; in-8°.

Recherches sur la géographie botanique du Lyonnais ; par A. Magnin. Paris, J.-B. Baillière, 1879 ; in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Huygens et Roberval. Documents nouveaux ; par C. Henry. Leyde, E.-J. Brill, 1880 ; in-4°.

Étude comparée du Pignon et du Ricin de l'Inde. Thèse présentée à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Nancy et soutenue publiquement le vendredi 19 *mars* 1880 ; *par* M. E. Maillot. Nancy, Berger-Levrault, 1880 ; in-8°. (Présenté par M. Chatin.)

Action érosive du sable en mouvement sur des cailloux de la vallée du Rhône ; par M. P. Cazalis de Fondouce. Montpellier, typogr. Boehm, 1880 ; in-4°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres.*) (Présenté par M. Daubrée.)

G. B. Ercolani. *Nuove ricerche sulla placenta nei Pesci cartilaginosi e nei Mammiferi e delle sue applicazioni alla tassonomia zoologica e all' antropogenia.* Bologna, tip. Gamberini e Parmeggiani, 1880 ; in-4°. (Présenté par M. Ch. Robin, pour le Concours Serres de l'année 1881.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AVRIL 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques*. Note de M. **Hermite**.

« XXVIII. Considérons en premier lieu les équations du troisième ordre, que nous savons devoir contenir deux constantes arbitraires. Elles présentent deux types distincts, et l'un d'eux, découvert antérieurement par M. Picard, a offert le premier et mémorable exemple de l'intégration au moyen des fonctions elliptiques d'une équation différentielle d'ordre supérieur au second (¹). C'est l'équation

$$y''' + (\alpha - 6k^2 \operatorname{sn}^2 u)y' + \beta y = 0,$$

à laquelle on satisfait de la manière suivante.

» Soit

$$y = \frac{\mathrm{H}(u+\omega)}{\Theta(u)} e^{\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right] u},$$

(¹) *Sur une classe d'équations différentielles* (*Comptes rendus*, t. XC, p. 128).

et posons, comme au § V (*Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 823),

$$\Omega = k^2 \operatorname{sn}^2\omega - \frac{1+k^2}{3},$$

$$\Omega_1 = k^2 \operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega,$$

$$\Omega_2 = k^2 \operatorname{sn}^4\omega - \frac{2(k^2+k^4)}{3}\operatorname{sn}^2\omega - \frac{7-22k^2+7k^4}{45},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

de sorte que l'on ait, pour $u = i\mathrm{K}' + \varepsilon$,

$$y = \mathrm{C}e^{\lambda\varepsilon}\left(\frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{2}\Omega\varepsilon - \frac{1}{3}\Omega_1\varepsilon^2 - \frac{1}{8}\Omega_2\varepsilon^3 - \ldots\right),$$

C désignant un facteur constant. Les quantités ω et λ se déterminent au moyen des relations

$$3(\lambda^2 - \Omega) + \alpha - 2(1+k^2) = 0,$$

$$2\lambda^3 - 6\lambda\Omega - 4\Omega_1 - \beta = 0,$$

et il a été démontré par M. Picard qu'elles admettent trois systèmes de solutions, d'où se tirent trois intégrales particulières et par conséquent l'intégrale complète de l'équation considérée.

» Le second type qu'il faut joindre au précédent pour avoir, dans le troisième ordre, toutes les équations analogues à celle de Lamé, est

$$y''' + (\alpha - 3k^2\operatorname{sn}^2 u)y' + (\beta + \gamma k^2 \operatorname{sn}^2 u - 3k^2 \operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u)y = 0,$$

avec la condition

$$3(\alpha - 1 - k^2) + \gamma^2 = 0.$$

Il présente cette circonstance bien remarquable que, dans les trois intégrales particulières, la constante λ a la même valeur, à savoir : $\lambda = -\frac{\gamma}{3}$. Cela étant, ω s'obtient par la relation

$$2\lambda^3 - \lambda(3\Omega - 1 - k^2) - \Omega_1 - \beta = 0.$$

» En passant maintenant au quatrième ordre, on obtient quatre équations A, B, C, D avec trois constantes arbitraires, et pour chacune d'elles les constantes ω et λ se déterminent ainsi que je vais l'indiquer.

A.

$$y^{\text{IV}} + (\alpha - 12k^2\operatorname{sn}^2 u)y'' + \beta y' + (\gamma + \delta k^2 \operatorname{sn}^2 u)y = 0,$$

avec la condition

$$2\alpha - 8(1+k^2) + \delta = 0.$$

Les relations entre ω et λ sont

$$4\lambda^3-\lambda(12\Omega+\delta)-8\Omega_1+\beta=0,$$
$$18\lambda^4-3\lambda^2(36\Omega+\gamma)-144\lambda\Omega_1-54\Omega_2-3\delta\Omega$$
$$-6\gamma-2\delta(1+k^2)+16(1-k^2+k^4)=0.$$

B.

$$y^{\text{IV}}+(\alpha-8k^2\,\text{sn}^2 u)y''+(\beta+\gamma k^2\,\text{sn}^2 u-8k^2\,\text{sn}\,u\,\text{cn}\,u\,\text{dn}\,u)y'$$
$$+(\delta+\varepsilon k^2\,\text{sn}^2 u-\gamma k^2\,\text{sn}\,u\,\text{cn}\,u\,\text{dn}\,u)y=0,$$

sous les conditions

$$4\varepsilon=\gamma^2,\quad \gamma^3+8\gamma(\alpha-2-2k^2)+16\beta=0.$$

On a ensuite

$$48(\lambda^2-\Omega)+12\lambda\gamma+24\alpha+3\gamma^2-64(1+k^2)=0,$$
$$120\lambda^4-720\lambda^2\Omega-960\lambda\Omega_1-360\Omega_2-60(\lambda^3-3\lambda\Omega-2\Omega_1)\gamma$$
$$-15(\lambda^2-\Omega)\gamma^2-120\delta-10(1+k^2)\gamma^2+64(1-k^2+k^4)=0.$$

C.

$$y^{\text{IV}}+(\alpha-6k^2\,\text{sn}^2 u)y''+(\beta-12k^2\,\text{sn}\,u\,\text{cn}\,u\,\text{dn}\,u)y'+(\gamma+\delta k^2\,\text{sn}^2 u)y=0,$$

avec la relation

$$12\gamma-\delta^2-2\delta[\alpha-4(1+k^2)]=0.$$

Les équations en ω et λ sont

$$6(\lambda^2-\Omega)+2\alpha+\delta-4(1+k^2)=0,$$
$$2\lambda^3-\lambda(6\Omega+\delta)-4\Omega_1-\beta=0.$$

D.

$$y^{\text{IV}}+(\alpha-4k^2\,\text{sn}^2 u)y''+(\beta+\gamma k^2\,\text{sn}^2 u-8k^2\,\text{sn}\,u\,\text{cn}\,u\,\text{dn}\,u)y'$$
$$+(\delta+\varepsilon k^2\,\text{sn}^2 u-8k^4\,\text{sn}^4 u+\gamma k^2\,\text{sn}\,u\,\text{cn}\,u\,\text{dn}\,u)y=0.$$

On a entre les constantes les deux conditions

$$8\alpha-32(1+k^2)+4\varepsilon+\gamma^2=0,$$
$$4\beta+\gamma[\varepsilon-4(1+k^2)]=0.$$

» Ce dernier cas présente un second exemple de la circonstance remarquable qui s'est offerte dans l'une des équations du troisième ordre, la quantité λ ayant dans toutes les intégrales particulières la même valeur, à

savoir $\lambda = -\frac{7}{4}$. L'équation en ω est ensuite

$$90\lambda^4 - 15(\lambda^2 - \Omega)[3\varepsilon - 8(1+k^2)] - 360\lambda^2\Omega - 360\lambda\Omega_1 \\ - 90\Omega_2 - 90\delta - 30\varepsilon(1+k^2) + 16(11 + 4k^2 + 11k^4) = 0.$$

» XXIX. Les recherches dont je viens d'énoncer succinctement les premiers résultats ont été étendues par M. Mittag-Leffler aux équations linéaires d'ordre quelconque, dans un travail qui paraîtra prochainement. Il sera ainsi établi que la théorie des fonctions elliptiques conduit aux premiers types généraux, après celui des équations à coefficients constants, dont la solution est connue sous forme explicite. L'équation de Lamé

$$D_x^2 y = [n(n+1)k^2 \operatorname{sn}^2 x + h]y,$$

ayant été l'origine et le point de départ de ces recherches, doit d'autant plus appeler notre attention, et j'y reviens pour aborder un second cas, celui de $n = 2$, en me proposant d'en faire l'application à la théorie du pendule. Je traiterai ce cas par une méthode spéciale que j'expose avant d'arriver au cas général où le nombre n est quelconque, afin de réunir divers points de vue sous lesquels peut être traitée la même question. Reprenons à cet effet l'équation considérée au § XXI (p. 106) et dont nous avons obtenu la solution complète, à savoir :

$$D_u^2 y - \left[\frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-a)} + \frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-b)}\right] D_u y \\ + \left[\frac{A \operatorname{sn} a}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-a)} + \frac{B \operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} u \operatorname{sn}(u-b)} + \frac{k^2}{\operatorname{sn}^2(a-b)} - C^2\right] y = 0.$$

» Soit $u = x + iK'$, et changeons aussi a et b en $a + iK'$ et $b + iK'$, de sorte que les constantes A et B deviennent :

$$A = \frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(a-b)} + C,$$

$$B = \frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(b-a)} - C,$$

L'équation prendra la forme suivante :

$$D_x^2 y - \left[\frac{\operatorname{sn} x}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(x-a)} + \frac{\operatorname{sn} x}{\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(x-b)}\right] D_x y \\ + \left[\frac{A \operatorname{sn} x}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(x-a)} + \frac{B \operatorname{sn} x}{\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(x-b)} + \frac{1}{\operatorname{sn}^2(a-b)} - C^2\right] y = 0,$$

et aura pour solution la fonction de seconde espèce

$$y = \frac{H(x+\omega)}{\Theta(x)} e^{\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right]x},$$

les quantités ω et λ étant déterminées maintenant par les conditions

$$\lambda - C = \frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(a-b)} - \frac{\operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn} a} + \frac{\operatorname{sn} \omega}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(a+\omega)},$$

$$\lambda + C = \frac{\operatorname{sn} b}{\operatorname{sn} a \operatorname{sn}(b-a)} - \frac{\operatorname{cn} b \operatorname{dn} b}{\operatorname{sn} b} + \frac{\operatorname{sn} \omega}{\operatorname{sn} b \operatorname{sn}(b+\omega)}.$$

» Cela posé, considérons le cas où $b = -a$; on trouve aisément, en chassant le dénominateur $\operatorname{sn}^2 x - \operatorname{sn}^2 a$, l'équation

$$(\operatorname{sn}^2 x - \operatorname{sn}^2 a) D_x^2 y - 2 \operatorname{sn} x \operatorname{cn} x \operatorname{dn} x D_x y$$
$$+ \left[\frac{2A \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn} a} \operatorname{sn}^2 x + \left(\frac{1}{\operatorname{sn}^2 2a} - C^2\right)(\operatorname{sn}^2 x - \operatorname{sn}^2 a)\right] y = 0.$$

» Particularisons encore davantage et, observant qu'on a

$$A = -\frac{1}{\operatorname{sn} 2a} + C,$$

faisons disparaître le terme en $\operatorname{sn}^2 x$ dans le coefficient de y, en posant

$$\frac{2 \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn} a} = \frac{1}{\operatorname{sn} 2a} + C.$$

Ce coefficient se réduisant à une constante, l'équation précédente devient

$$(\operatorname{sn}^2 x - \operatorname{sn}^2 a) D_x^2 y - 2 \operatorname{sn} x \operatorname{cn} x \operatorname{dn} x D_x y$$
$$+ 2[3k^2 \operatorname{sn}^4 a - 2(1+k^2) \operatorname{sn}^2 a + 1] y = 0.$$

Soit donc, pour un moment,

$$\Phi(x) = \operatorname{sn}^2 x - \operatorname{sn}^2 a;$$

on voit qu'on peut l'écrire ainsi :

$$\Phi(x) D_x^2 y - \Phi'(x) D_x y + \Phi''(a) y = 0,$$

et l'on en conclut, par la différentiation,

$$\Phi(x) D_x^3 y - [\Phi''(x) - \Phi''(a)] D_x y = 0.$$

» Ce résultat remarquable donne, en remplaçant $D_x y$ par z,

$$D_x^2 z = \left[\frac{\Phi''(x) - \Phi''(a)}{\Phi(x)}\right] z = (6k^2 \operatorname{sn}^2 x + 6k^2 \operatorname{sn}^2 a - 4 - 4k^2) z;$$

c'est précisément l'équation de Lamé dans le cas de $n = 2$, la constante qui

y figure étant $h = 6k^2 \operatorname{sn}^2 a - 4 - 4k^2$. Nous n'avons donc plus, pour parvenir à notre but, qu'à former l'intégrale de l'équation en y, c'est-à-dire à déterminer les constantes ω et λ au moyen des équations rappelées plus haut. Introduisons, à cet effet, les conditions $b = -a$, $C = \frac{2 \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{sn} a} - \frac{1}{\operatorname{sn} 2a}$; on en tirera successivement, en les retranchant et les ajoutant,

$$\frac{\operatorname{sn}^2 \omega}{\operatorname{sn}^2 a - \operatorname{sn}^2 \omega} = \frac{\operatorname{sn}^2 a (2k^2 \operatorname{sn}^2 a - 1 - k^2)}{\operatorname{cn}^2 a \operatorname{dn}^2 a},$$

$$\lambda = \frac{\operatorname{sn} \omega \operatorname{cn} \omega \operatorname{dn} \omega}{\operatorname{sn}^2 a - \operatorname{sn}^2 \omega}.$$

De là nous concluons, d'abord pour ω, les expressions suivantes :

$$\operatorname{sn}^2 \omega = \frac{\operatorname{sn}^4 a (2k^2 \operatorname{sn}^2 a - 1 - k^2)}{3k^2 \operatorname{sn}^4 a - 2(1 + k^2) \operatorname{sn}^2 a + 1},$$

$$\operatorname{cn}^2 \omega = -\frac{\operatorname{cn}^4 a (2k^2 \operatorname{sn}^2 a - 1)}{3k^2 \operatorname{sn}^4 a - 2(1 + k^2) \operatorname{sn}^2 a + 1},$$

$$\operatorname{dn}^2 \omega = -\frac{\operatorname{dn}^4 a (2 \operatorname{sn}^2 a - 1)}{3k^2 \operatorname{sn}^4 a - 2(1 + k^2) \operatorname{sn}^2 a + 1}.$$

On a ensuite

$$\lambda^2 = \frac{\operatorname{sn}^2 \omega \operatorname{cn}^2 \omega \operatorname{dn}^2 \omega}{(\operatorname{sn}^2 a - \operatorname{sn}^2 \omega)^2} = \frac{(2k^2 \operatorname{sn}^2 a - 1 - k^2)(2k^2 \operatorname{sn}^2 a - 1)(2 \operatorname{sn}^2 a - 1)}{3k^2 \operatorname{sn}^4 a - 2(1 + k^2) \operatorname{sn}^2 a + 1},$$

et l'on voit que les constantes $\operatorname{sn}^2 \omega$ et λ^2 sont des fonctions rationnelles de $\operatorname{sn}^2 a$ ou de h. Nous remarquerons en même temps que, $\operatorname{sn} \omega$, et, par conséquent, ω ayant deux déterminations égales et de signes contraires, le signe de λ est donné par celui de ω, en vertu de la relation $\lambda = \frac{\operatorname{sn} \omega \operatorname{cn} \omega \operatorname{dn} \omega}{\operatorname{sn}^2 a - \operatorname{sn}^2 \omega}$. Aucune ambiguïté ne s'offre donc dans la formule

$$y = C \frac{H(x + \omega)}{\Theta(x)} e^{\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right] x} + C' \frac{H(x - \omega)}{\Theta(x)} e^{-\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right] x},$$

et l'on en conclut, pour l'intégrale de l'équation de Lamé

$$D_x^2 y = (6k^2 \operatorname{sn}^2 x + 6k^2 \operatorname{sn}^2 a - 4 - 4k^2) y,$$

l'expression

$$y = C D_x \frac{H(x + \omega)}{\Theta(x)} e^{\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right] x} + C' D_x \frac{H(x - \omega)}{\Theta(x)} e^{-\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right] x}.$$

Voici les remarques auxquelles elle donne lieu. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Application de la théorie des Sinus des ordres supérieurs à l'intégration des équations différentielles linéaires* (¹); par M. **Yvon Villarceau.**

« Soit actuellement proposé d'intégrer l'équation

$$\frac{d^k y}{dx^k} \mp p\frac{d^h y}{dx^h} + q = \mathrm{V}, \tag{13}$$

où p désigne une constante positive, q une constante de signe quelconque et V une fonction explicite de x, et convenons que, dans le cas où h serait nul, la dérivée de l'ordre h représente la fonction y elle-même; nous poserons

$$\mp p\frac{d^h y}{dx^h} + q = \mp p\eta,$$

d'où

$$\frac{d^h y}{dx^h} = \eta \pm \frac{p}{q}; \tag{14}$$

faisant en outre

$$m = k - h, \quad r = \sqrt[m]{p}, \tag{15}$$

l'équation (13) deviendra

$$\frac{d^m \eta}{dx^m} \mp r^m \eta = \mathrm{V},$$

et son intégrale sera obtenue au moyen de la formule (7) et des valeurs (11) des fonctions C_μ.

» Il ne reste plus qu'à intégrer l'équation (14); or celle-ci donne, au moyen de h intégrations successives, et en désignant par a_0, a_1, a_2, ..., a_{h-1} de nouvelles constantes en nombre h,

$$\left\{\begin{aligned} y = {} & a_0 + a_1\frac{x}{1} + a_2\frac{x^2}{1.2} + a_3\frac{x^3}{1.2.3} + \ldots \\ & + a_{h-1}\frac{x^{h-1}}{1.2.3\ldots(h-1)} \pm \frac{q}{p}\frac{x^h}{1.2.3\ldots h} + \int^h \eta\, dx^h. \end{aligned}\right. \tag{16}$$

» Par cette expression, jointe à la valeur de η [formules (7) et (11)], l'intégration de la proposée (13) se trouve effectuée.

» Pour peu qu'on y réfléchisse, on reconnaîtra que les sinus des divers ordres offrent la solution la plus simple (je dirais la plus naturelle, si une

---

(¹) Voir *Comptes rendus*, séance du 29 mars, p. 721.

telle expression était admise dans le langage mathématique) des équations différentielles réductibles à la forme d'équations binômes à coefficients constants, avec ou sans seconds membres qui soient uniquement fonctions de la variable indépendante. Leur emploi, dans ces équations, les place sur un terrain qui leur appartient en propre et dont on ne saurait les bannir, sans amener des complications, non seulement inutiles, mais nuisibles à la mise en évidence des propriétés caractéristiques des inconnues, dans la solution finale des problèmes que l'on se propose de résoudre.

» Nous limiterons à ce qui précède nos études sur l'intégration des équations linéaires, notre but principal étant d'attirer l'attention des géomètres sur les ressources qu'ils pourront tirer de l'introduction des sinus des ordres supérieurs dans l'Analyse mathématique, et de les engager à poursuivre un travail que nous laissons à l'état d'ébauche, bien convaincu que les nouvelles fonctions trouveront, entre leurs mains, de nombreuses applications aux questions de Mécanique et de Physique mathématique, qui conduisent à des équations différentielles intraitables dans l'état actuel de l'Analyse mathématique. Sans être en état d'en garantir l'exactitude, nous pouvons rappeler que l'auteur de la découverte des sinus des ordres supérieurs affirme avoir fondé, sur leur emploi, l'une des deux méthodes générales d'intégration qu'il a proposées; il a signalé, du reste, l'impuissance des méthodes fondées sur le simple usage des fonctions trigonométriques et des développements en séries, pour représenter les phénomènes qui offrent à la fois le caractère de progressivité et celui de périodicité, quand les variables excèdent les limites où les séries cessent d'être suffisamment convergentes. L'introduction des sinus des ordres supérieurs semblerait devoir faire disparaître cet inconvénient, puisque ces fonctions jouissent du double caractère qui manque aux fonctions le plus généralement en usage, dans la Mécanique céleste, par exemple.

» L'emploi des fonctions elliptiques, récemment introduit dans le domaine de l'Astronomie par M. Hugo Gyldén, est certainement un progrès dans la direction que nous indiquons; mais l'insuffisance de ces fonctions nous semble déjà accusée par la nécessité, où s'est trouvé cet astronome, de fragmenter les orbites des corps célestes. Nous regrettons de ne pouvoir renvoyer aux Ouvrages de Wronski, attendu qu'ils sont à peu près inintelligibles pour ceux qui n'ont pas entre les mains l'ensemble des publications antérieures à celle qui contient l'objet dont on veut s'occuper, et que ces publications n'existent, au complet, dans aucune de nos bibliothèques ;

celle de l'Académie des Sciences en possède à peine deux Volumes, faible contingent d'une collection très nombreuse. »

MÉCANIQUE. — *Sur quelques théorèmes de Cinématique.* Note de M. **H. Resal.**

« Dans une brochure très intéressante, ayant pour titre *Etudes cinématiques,* M. E.-J. Habich énonce plusieurs théorèmes nouveaux se rapportant aux courbes planes, et parmi lesquels je signalerai le suivant :

» *L'accélération d'un point, lorsque sa direction est constante, est proportionnelle au rapport du cube de la vitesse au rayon de courbure.*

» Tout en appréciant à leur juste valeur les considérations analytiques qui ont conduit M. Habich au théorème précité, qu'il me soit permis d'aller directement au but, en partant de notions très connues.

» Soient v, ρ, α la vitesse du mobile m, le rayon de courbure de la trajectoire, l'angle formé par la direction de l'accélération φ avec la normale au bout du temps t. On a

$$\varphi \cos\alpha = \frac{v^2}{\rho},$$

d'où

$$\varphi = \frac{v^3}{\rho v \cos\alpha}. \tag{1}$$

Or $v \cos\alpha$ est la composante de la vitesse suivant la normale à la direction de l'accélération; elle est donc constante et égale à $v_0 \cos\alpha_0$, l'indice o se rapportant à un instant déterminé t_0. Nous avons ainsi

$$\varphi = \frac{v^3}{\rho v_0 \cos\alpha_0}, \tag{2}$$

ce qu'il fallait établir.

» Soit c la corde du cercle osculateur déterminé par la direction de φ; on sait que

$$\varphi = \frac{2v^2}{c};$$

par suite,

$$\frac{\rho}{c} = \frac{v}{2v_0 \cos\alpha_0}.$$

» Donc *le rapport du rayon de courbure à la corde interceptée dans le cercle osculateur par la direction de l'accélération est proportionnel à la vitesse.*

» Mais c'est surtout la formule (2) qui peut être employée utilement

pour déterminer la courbure en un point d'une courbe définie par la loi de l'accélération.

» Considérons, par exemple, une parabole décrite par un point matériel pesant m dont la masse est censée égale à l'unité et dont la vitesse initiale v_0 est dirigée suivant l'horizontale $m_0 y$ du point de départ m_0. Soient $m_0 x$ la verticale de m_0, F le foyer et $2p$ le paramètre de la courbe. On a

$$\alpha_0 = 0, \quad x = \frac{gt^2}{2}, \quad y = v_0 t,$$

$$(3) \qquad y^2 = 2\frac{v_0^2}{g}x = 2px,$$

$$(4) \qquad p = \frac{v_0^2}{g}.$$

» Le principe des forces vives donne

$$v^2 = v_0^2 + 2gx = g(p + 2x).$$

De l'équation (2) on déduit immédiatement la formule connue

$$\rho = \sqrt{\frac{p + 2x}{p}}(p + 2x) = 2\sqrt{\frac{\mathrm{F}m}{\mathrm{F}m_0}}\mathrm{F}m.$$

» Je passe maintenant à d'autres considérations, et je vais supposer que le mobile obéit à l'action d'une force centrale positive ou négative de m vers le point fixe O. Si r désigne le rayon vecteur Om, on a, d'après le principe des aires,

$$v_0 r_0 \cos\alpha_0 = vr\cos\alpha,$$

et l'équation (1) devient

$$(5) \qquad \varphi = \pm \frac{rv^3}{\rho r_0 v_0 \cos\alpha_0}.$$

On prendra le signe + ou le signe — selon que $\varphi\cos\alpha_0$ sera positif ou négatif, le sens de ρ devant résulter de la discussion de la trajectoire.

» On a donc ce nouveau théorème :

» *L'accélération en valeur absolue d'un point dirigée vers un centre fixe est proportionnelle au cube de la vitesse, au rayon vecteur et à la courbure de la trajectoire.*

» *Applications.* — 1° *A l'ellipse*, dont $2a$, $2b$ sont le grand axe et le petit axe.

» On peut poser

$$x = a\cos t, \quad y = b\sin t,$$

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1,$$

d'où

$$\varphi = -r,$$

et, en prenant pour v_0 la vitesse à l'un des sommets du grand axe,

$$v_0 = b, \quad \alpha_0 = 0, \quad r_0 = a.$$

L'équation des forces vives donne

$$v^2 - b^2 = -r^2 + a^2,$$

et la formule (5) conduit au résultat suivant :

$$\rho = \frac{(a^2 + b^2 - r^2)^{\frac{3}{2}}}{ab}.$$

» 2° *A l'hyperbole.* Soient

$$\frac{d^2x}{dt^2} = x, \quad \frac{d^2y}{dt^2} = y;$$

i vient, en choisissant convenablement l'état initial du mouvement, a, b étant deux constantes,

$$x = \frac{a}{2}(e^t + e^{-t}), \quad y = \frac{b}{2}(e^t - e^{-t}),$$

$$\frac{y^2}{b^2} - \frac{x^2}{a^2} = -1,$$

$$\varphi = r, \quad r_0 = a, \quad \alpha_0 = 0, \quad v_0 = b.$$

Le principe des forces vives donne

$$v^2 = b^2 = r^2 - a^2,$$

et l'équation (5)

$$\rho = \frac{(r^2 - a^2 + b^2)^{\frac{3}{2}}}{ab};$$

» 3° *Aux courbes en coordonnées polaires r et θ.* Soit ω la vitesse angulaire du rayon vecteur. Il est évident que la génération de la courbe dérivera d'une accélération centrale si, en désignant par k une constante, on a

$$v_0 r_0 \cos\alpha_0 = \omega r^2 = k,$$

d'où

(6) $$\omega = \frac{d\theta}{dt} = \frac{k}{r^2}.$$

» L'équation (5) devient alors

(5′) $$\varphi = \pm \frac{rv^3}{\rho k}.$$

» On a d'abord

$$(7)\qquad \begin{cases} \dfrac{dr}{dt} = \dfrac{dr}{d\theta}\omega = \dfrac{k}{r^2}\dfrac{dr}{d\theta}, \\ \dfrac{d^2r}{dt^2} = k\dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{1}{r^2}\dfrac{dr}{d\theta}\right) = k\omega\dfrac{d}{d\theta}\left(\dfrac{1}{r^2}\dfrac{dr}{d\theta}\right) = \dfrac{k^2}{r^2}\left(\dfrac{1}{r^2}\dfrac{d^2r}{d\theta^2} - \dfrac{2}{r^3}\dfrac{dr^2}{d\theta^2}\right). \end{cases}$$

» La vitesse v étant la résultante de $\dfrac{dr}{dt}$ et de ωr, il vient

$$(8)\qquad v = \frac{k}{r}\left(\frac{1}{r^2}\frac{dr^2}{d\theta^2} + 1\right)^{\frac{1}{2}}.$$

» D'autre part, l'accélération absolue φ n'est autre chose que la résultante de l'accélération relative $\dfrac{d^2r}{dt^2}$ et de l'accélération d'entraînement $-\omega^2 r$ estimée suivant le rayon vecteur. On a ainsi

$$(9)\qquad \varphi = \frac{d^2r}{d\theta^2} - \omega^2 r = \frac{d^2r}{dt^2} - \frac{k^2}{r^3} = \frac{k^2}{r^3}\left(\frac{1}{r}\frac{d^2r}{d\theta^2} - \frac{2}{r^2}\frac{dr^2}{d\theta^2} - 1\right).$$

» Enfin la formule (5′) donne, en ayant égard aux valeurs (8) et (9),

$$(10)\qquad \left(\frac{1}{r}\frac{d^2r}{d\theta} - \frac{2}{r^2}\frac{dr^2}{d\theta^2} - 1\right) = \pm\frac{r}{\rho}\sqrt{\frac{1}{r^2}\frac{dr^2}{d\theta^2} + 1}.$$

» Soit $r = a\theta^m$; on a

$$m(m-3)\left(\frac{r}{a}\right)^{-\frac{2}{m}} + 1 = \pm\frac{r}{\rho}\left[m^2\left(\frac{r}{a}\right)^{-\frac{2}{m}} + 1\right)^{\frac{3}{2}}.$$

» Lorsque $m = 1$, on trouve la formule connue relative à la spirale d'Archimède

$$\rho = \frac{(a^2 + r^2)^{\frac{3}{2}}}{2a^2 + r^2}.$$

Pour la spirale hyperbolique, $m = -1$, et

$$\rho = \frac{r(r^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}}{a(4r^2 + a^2)}.$$

» L'équation $r = ae^{m\theta}$ de la spirale logarithmique et la formule (10) conduisent au résultat connu

$$\rho = r(m^2 + 1)^{\frac{1}{2}}. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *De la détermination des hautes températures.* Note de MM. **H. Sainte-Claire Deville** et **L. Troost.**

« Il a été publié depuis quelque temps un certain nombre de travaux qui nous ramènent naturellement à ceux que nous avons effectués depuis longtemps et que nous n'avons pas entièrement fait connaître.

» Lorsque nous avons donné, en 1863, les résultats obtenus pour les densités d'un certain nombre de vapeurs à haute température, nous avons omis de parler des tentatives que nous avions faites pour déterminer la tension de dissociation de l'acide carbonique, par la comparaison des coefficients de dilatation de ce gaz avec ceux de l'air et de l'hydrogène. Il nous semble utile aujourd'hui de donner quelques-uns de ces résultats, incomplets encore au point de vue des questions que nous voulions résoudre, mais utiles cependant, puisque des savants très distingués tentent aujourd'hui la recherche de constantes qui manquent encore à la Science.

» Nous nous proposons, dans cette Communication, de donner quelques indications sur les températures d'ébullition du cadmium et du zinc, dont l'usage s'est répandu pour obtenir des points fixes. On va trouver les résultats tels qu'ils sont extraits de nos cahiers de procès-verbaux, avec toutes les circonstances dans lesquelles nous nous sommes placés, ce qui permettra de contrôler nos opérations.

» Nos premières déterminations de la température d'ébullition du zinc ont été faites en chauffant ce métal dans des bouteilles en fer. Le ballon de porcelaine contenant de l'air sec et servant de réservoir thermométrique était protégé par un cylindre en tôle contre la surchauffe des parois.

	Volume du ballon.	Manomètre.	Pression initiale.	Pression finale.	Température déduite.
Cahier 8......	246cc,36	189cc	756mm,74	758mm,97	987°
Page 220......	246cc,36	189cc	747mm,87	745mm,53	997°

» Les déterminations ont été faites ensuite en remplaçant la bouteille en fer par un creuset en terre réfractaire contenant 7kg de zinc. Écran en terre réfractaire.

	Volume du ballon.	Manomètre.	Volume intermédiaire.	Pression initiale.	Température.	Pression finale.	Température.
	cc	cc	cc	mm	°	mm	°
Page 232...	295	241,8	6,02	758,53	0	767,68	968,7
Page 234...	295	224,54	6,02	757,42	19,2	757,92	969,4
Page 236...	295	247,8	6,02	796,73	20,7	752,69	950,0

» De nouvelles expériences ont été faites en employant un grand creuset en plombagine contenant 14^{kg} de zinc.

	Volume du ballon à T.	Manomètre.	Volume intermédiaire.	Pression initiale.	Pression finale.	Température.
	cc	cc	cc	mm	mm	o
Page 252...	274,00	224,76	12,92	763,07	763,00	935
Page 254...	274,00	225,57	12,92	763,07	763,79	943
Page 256..	274,00	241,79	12,92	763,07	725,90	948
Page 258...	265,84	218,17	5,31	762,00	761,78	935

» Dans les expériences suivantes, où l'on a employé successivement comme corps thermométrique l'air, l'hydrogène et l'acide carbonique, le zinc est contenu dans un grand creuset en plombagine. On a introduit dans sa moitié inférieure 17^{kg} de zinc fondu. La partie supérieure, destinée à recevoir le ballon, en est séparée par un diaphragme percé de trous. Une double enveloppe en terre réfractaire empêche la surchauffe des vapeurs par les parois latérales.

Volume du ballon à 0°....	273^{cc},77	Volume du ballon à T..........	277^{cc},03
Volume du col..........	0^{cc},423	Volume du tube de cuivre (1^{m})...	4^{cc},893
Manomètre............	233^{cc},333	Température du laboratoire.....	15°,4
Pression initiale.........	754^{mm},86	Cahier 9, p. 13 (ballon plein d'air sec).	

Heure.	H_0.	h_0.	$H_0 + h_0$.	t.	t'.	Zinc distillé.	Température déduite.
h m	mm	mm	mm	o	o		o
10.30....	767,55	−42,60	724,95	10,6	12,1		940 (1)
11.00....	727,25	−41,66	725,59	10,6	12,4	kg	947
11.30....	767,25	−41,26	725,99	10,6	12,7	2,4	949
12.10....	766,77	−40,40	726,37	10,6	12,7		951
12.40....	766,77	−40,20	726,37	10,6	12,7		951
1.10....	766,46	−39,56	726,90	10,6	12,7	2,3	954
1.40....	766,23	−39,20	727,03	10,6	12,8		954
2.10....	766,21	−38,90	727,31	10,6	12,9		954
Vérification	764,51	+27,85	{792,36 / 792,16 calc}	10,6	13,3		11,8

(1) Les températures se calculent comme celle-ci à l'aide de la formule

$$\frac{277,032}{1+\alpha n} + \frac{0,423}{1+12,1\alpha} + \frac{4,893}{1+11,3\alpha} + \frac{233,333}{1+10,1\alpha}$$
$$= \left(273,77 + \frac{0,423}{1+15,4\alpha} + \frac{4,893}{1+13,5\alpha} + \frac{1,963}{1+11,8\alpha}\right)\frac{754,86}{724,95}.$$

H_0, pression barométrique finale; h_0, pression dans le manomètre; t, température du manomètre; t', température du laboratoire.

Page 15, mêmes appareils. Addition de 7[kg] de zinc (*ballon plein d'air sec*).

Heure.	H_0.	h_0.	H_0+h_0.	t.	t'.	Zinc distillé.	T.
h m	mm	mm	mm	o	o		o
10.30....	763,47	−39,31	724,16	9,0	11,2		941
11.00....	763,19	−38,73	724,46	9,1	11,6	kg	941
11.30....	762,87	−38,12	724,75	9,1	11,7	2,1	944
12.00....	762,52	−37,47	725,05	9,1	12,1		946
12.30....	762,14	−36,79	725,35	9,2	12,3		946
1.00....	761,92	−36,29	725,63	9,1	12,0	2,3	947
1.30....	761,54	−35,89	725,65	9,1	12,5		947
2.00....	761,44	−35,34	726,10	9,1	12,4	1,4	948

Page 16, mêmes appareils. Addition de 7[kg] de zinc (*ballon plein d'air sec*).

Heure.	H_0.	h_0.	H_0+h_0.	t.	t'.	Zinc distillé.	T.
h m	mm	mm	mm	o	o		o
11.20....	763,75	−40,15	723,60	10,6	12,7		929
11.50....	763,75	−39,75	724,00	10,6	12,6	kg	928
12.20....	763,75	−39,35	724,40	10,7	12,7	2,3	932
12.50....	763,75	−39,05	724,70	10,6	12,8		935
1.20....	763,75	−38,91	724,84	10,6	13,2	2,1	934
1.50....	763,70	−38,41	725,29	10,7	13,4		937
2.20....	763,70	−38,19	725,61	10,7	13,8	2,7	938
Vérification	765,46	+20,47	785,93 785,97 calc	10,3	14,0		9,6

Page 20, mêmes appareils. Addition de 7[kg] de zinc (*ballon rempli d'hydrogène*).

Heure.	H_0.	h_0.	H_0+h_0.	t.	t'.	Zinc distillé.	T
h m	mm	mm	mm	o	o		o
11.30....	764,74	− 4,06	760,68	6,1	11,0	kg	925
12.30....	764,65	− 3,36	761,29	5,9	11,5	3,8	»
1.30....	764,02	− 2,73	761,29	6,0	11,0		»
2.00....	763,93	− 2,60	761,33	6,0	11,8	3,9	924

Page 21, mêmes appareils. Addition de 8[kg] de zinc (*ballon rempli d'hydrogène*).

Heure.	H_0.	h_0.	H_0+h_0.	t.	t'.	Zinc distillé.	T.
h m	mm	mm	mm	o	o		o
12.40....	768,11	− 4,96	763,50	7,2	14,4	kg	»
1.40....	767,80	− 4,50	763,30	7,2	14,8	3,0	»
2.10....	767,32	− 4,22	763,10	7,2	14,7		916
2.30....	763,31	− 4,22	763,09	7,2	14,8	2,2	924
Vérification	760,02	+41,98	802,00	8,7	13,2		0

Page 24, mêmes appareils. Addition de $6^{kg},5$ de zinc (*ballon rempli d'acide carbonique*).

Heure.	H_0.	h_0.	H_0+h_0.	t.	t'.	Zinc distillé.	T.
h m	mm	mm	mm	o	o		o
10.50....	763,29	+ 4,30	767,59	8,6	15,5		»
11.20....	763,02	+ 8,16	771,18	8,6	15,5	kg	»
11.50....	762,46	+ 9,43	771,89	8,8	16,2	3,5	1067 (1)

Page 26, mêmes appareils. Addition de $6^{kg},5$ de zinc (*ballon plein d'acide carbonique*).

Heure.	H_0.	h_0.	H_0+h_0.	t.	t'.	Zinc distillé.	T.
h m	mm	mm	mm	o	o		o
10.50....	759,15	— 1,30	757,85	9,6	15,2	kg	»
11.50....	758,89	— 0,24	758,65	9,6	16,7	3,7	»
1.00....	758,27	+43,79	802,06	9,8	14,0	1,2	1079 (2)

Pour donner une idée des matières étrangères que contenait le zinc employé, nous dirons qu'à la fin de cette série d'expériences il restait au fond du creuset un culot de 10^{kg}, qui a donné à l'analyse Zn $= 9^{kg},0$; Pb $= 0^{kg},63$; Fe $= 0^{kg},27$. Ce résidu provenait des 59^{kg} de zinc qui avaient été mis successivement dans le creuset.

» On remarquera que le zinc dont nous avons déterminé le point d'ébullition est le zinc du commerce, redistillé de manière à le séparer de la plus grande partie du cadmium et du plomb qu'il contient. C'est une matière abondante, dont on peut se servir couramment, tandis que le zinc pur est d'une préparation en grand extrêmement difficile. Dans toutes nos expériences, le réservoir thermométrique était en contact avec la vapeur de zinc; nous avions constaté que l'emploi d'un moufle abaissait sensiblement la température. Les variations que l'on observe dans nos déterminations tiennent à des causes que nous n'avons appréciées qu'au fur et à mesure de l'application de nos procédés. Ce n'est pas tout de suite que nous nous sommes aperçu : 1° que nous devions remplacer par des vases en terre réfractaire les bouteilles en fer dont nous nous servions tout d'abord et qui, outre l'inconvénient de s'attaquer par le zinc pour former un alliage, présentent une conductibilité qui rend plus dangereuse l'influence du rayonnement de leurs parois; 2° que nous devions employer des masses considérables (15^{kg} à 20^{kg}) de zinc; 3° que nous devions protéger les réservoirs de nos thermomètres à air au moyen d'écrans multiples destinés à corriger l'effet du rayonnement des parois latérales; 4° que le métal devait être soumis à l'action d'un foyer

(1) Le volume du manomètre au trait 6 correspondant est 244^{cc}.

(2) Le volume du manomètre au trait 3 correspondant est $233^{cc},33$.

très ardent, en ayant bien soin que les gaz de la combustion ne pussent aucunement surchauffer les vapeurs dans les parties du vase où se trouve le réservoir du thermomètre. Ce n'est qu'après des essais préliminaires pour prendre l'hydrogène comme corps thermométrique que nous avons reconnu la nécessité d'employer comme réservoirs des ballons en porcelaine vernie à l'intérieur et à l'extérieur avec tige soudée au réservoir par le feldspath de la couverte, fondu au moyen du chalumeau à gaz oxygène et hydrogène. On remarquera que les nombres relatifs au point d'ébullition du zinc sont, dans ces tableaux, moins élevés que les nombres obtenus dans nos précédentes expériences, au moyen de l'iode, dans des bains de zinc chauffés dans des bouteilles en fer. En prenant, en effet, la densité de vapeur de l'iode et en la supposant égale à 8,716, nous avions, dans nos premières expériences, calculé, au moyen du coefficient de dilatation 0,00367, les températures correspondant à l'ébullition du zinc et du cadmium. Nous obtenions ainsi les nombres 860 pour le cadmium et 1040 pour le zinc. Il est évident, d'après les tableaux qui précèdent, que ces nombres sont trop forts [1].

» Mais ces derniers nombres ne sont pas nécessaires pour établir les rapports dans les mêmes conditions, entre la densité de la vapeur d'iode supposée invariable et la densité de vapeur du soufre ou du phosphore. Nous ne nous en sommes donc pas servis, nos conclusions étant indépendantes de toute détermination absolue de la température, ainsi que nous l'avons fait observer depuis longtemps.

» Pour toutes les densités que nous avons prises, comme celles du sélénium et du tellure, par exemple, à des températures supérieures à la température d'ébullition du zinc, nous avons toujours opéré dans un moufle dont la température a été déterminée directement, au moyen d'un thermomètre à air en porcelaine et des appareils volumétriques de Regnault.

» Ces densités ont donc été toutes prises par rapport à l'air, et les températures correspondantes ont été fixées aussi exactement que possible.

» Quant à ce qui est de la température d'ébullition du zinc, nous ferons remarquer seulement que nos nouvelles déterminations de la température d'ébullition du cadmium et du zinc, au moyen des thermomètre à air, sont presque concordantes avec les nombres qui ont été publiés par M. Edm. Becquerel, et cet accord avec ce savant physicien nous donne quelque

(1) Dans les expériences faites avec le cadmium chauffé dans une bouteille en fer et double écran en tôle, nous avons obtenu, en prenant pour matière thermométrique de l'air sec, le nombre 815°.

confiance dans les expériences dont nous publions plus haut les résultats.

» On remarquera que les points d'ébullition obtenus pour le zinc vont en croissant quand on prend successivement pour matière thermométrique l'hydrogène, l'air et l'acide carbonique. Quoique l'acide carbonique donne un point d'ébullition bien plus élevé que les autres gaz, comme on trouve dans les procès-verbaux de nos opérations l'indication d'un accident possible, nous n'osons pas encore attribuer l'excès de volume de l'acide carbonique chassé par la chaleur dans nos appareils thermométriques à une dissociation dont la tension pourrait être calculée au moyen de ces points d'ébullition. Ils nous suffiront cependant pour attirer l'attention des savants sur la méthode que nous avons employée pour arriver à la solution de ce difficile problème.

» La porcelaine employée à la construction de nos thermomètres était la porcelaine de Bayeux : le col court de ces ballons avait environ $0^m,01$ de largeur et permettait de les vernir à l'intérieur et à l'extérieur. La tige des thermomètres, également en porcelaine, avait été faite avec de la pâte dans laquelle on avait introduit un fil de zinc de moins de $0^m,001$ de diamètre. Les tiges de nos comparateurs étaient faites avec la même pâte dans laquelle on avait introduit le même fil de zinc; seulement, pour ces dernières tiges, l'extrémité inférieure était bouchée au moyen de feldspath. Pendant la cuisson, le zinc se volatilisait et laissait un tube capillaire. Le réservoir et la tige thermométrique étant soudés au chalumeau oxhydrique, nous avions tous les éléments nécessaires pour déterminer le volume de l'une et de l'autre partie de l'appareil.

» Nous faisons refaire de ces instruments à la fabrique de Bayeux, et ils serviront, dans les mêmes circonstances, pour effectuer les expériences que l'un de nous a déjà commencées pour trouver les causes des différences observées en employant la vapeur d'iode au lieu d'air comme matière thermométrique. Les très intéressantes expériences de MM. Meyer, de Zurich, et de MM. Crafts et Meier, telles qu'elles ont été publiées récemment, semblent indiquer une variation progressive de la densité de vapeur d'iode : c'est le contrôle de ces résultats qu'il essaye d'effectuer par des méthodes qui seront publiées ultérieurement. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation des oxydes de l'azote.* Note de M. **Berthelot.**

« 1. La série des cinq oxydes de l'azote, formés en proportions multiples, suivant des rapports simples de poids et de volume, est l'une des plus importantes de la Chimie. La connaissance des chaleurs de formation de ces oxydes offre d'autant plus d'intérêt que les deux premiers sont formés avec absorption de chaleur depuis leurs éléments, les trois suivants au contraire avec dégagement de chaleur depuis le bioxyde d'azote, qui joue le rôle d'un radical composé véritable. Les chaleurs de formation de tous ces corps sont d'ailleurs indispensables pour l'étude théorique des matières explosives, qu'ils concourent à engendrer pour la plupart. Malheureusement la détermination exacte de ces quantités offre de très grandes difficultés, comme il arrive pour les combinaisons qui ne peuvent être formées par synthèse immédiate. J'ai proposé, il y a quelques années, la première méthode connue, par laquelle on ait pu en obtenir une évaluation : elle était fondée sur la décomposition de l'azotite d'ammoniaque; mais elle reposait sur la chaleur de formation de l'ammoniaque par les éléments, donnée que j'avais supposée connue exactement, d'après les déterminations antérieures de M. Favre et de M. Thomsen. J'ai reconnu depuis (¹) que cette donnée était fort éloignée de la vérité, ayant été déduite de la réaction du chlore sur l'ammoniaque, laquelle se passe autrement qu'on ne l'enseigne. J'ai trouvé que la chaleur de formation de l'ammoniaque :

$$\mathrm{Az} + \mathrm{H}^3 = \mathrm{Az\,H}^3 \text{ gaz},$$

est égale à $+12,2$; au lieu de $+26,7$ admis par M. Thomsen. Le nouveau nombre est déduit de la chaleur de combustion du gaz ammoniac, soit $+91,3$; il vient d'être confirmé par M. Thomsen, qui a obtenu $+90,65$, nombre concordant dans les limites d'erreur.

» 2. Toutes les valeurs thermiques dans le calcul desquels intervient la chaleur de formation de l'ammoniaque doivent donc être corrigées de la différence entre 26,7 et 12,2, soit $+14,5$.

» 3. Mais, avant de faire subir à la chaleur de formation des oxydes de l'azote une telle correction, il m'a paru nécessaire de la mesurer par

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 277; novembre 1879.

quelque méthode plus directe et plus sûre que celle qui procède de la décomposition de l'azotite d'ammoniaque.

» Cette décomposition, employée comme une sorte de ressource désespérée dans un problème réputé presque inabordable, ne saurait fournir que des valeurs approchées et peu certaines en principe; attendu qu'elle est provoquée par l'introduction d'une source de chaleur étrangère, qu'il faut évaluer à part; et aussi parce que la décomposition subite d'une matière explosive solide ne se produit jamais suivant un mode unique et avec une régularité absolue. La chaleur de formation du bioxyde d'azote ainsi calculée repose d'ailleurs sur six données expérimentales, savoir : la formation du gaz ammoniac; la dissolution de ce gaz; la formation de l'acide azoteux dissous, à partir du bioxyde d'azote; la neutralisation de l'acide azoteux par l'ammoniaque; la dissolution de l'azotite d'ammoniaque; enfin la décomposition de ce sel même : toutes données susceptibles d'erreurs plus ou moins notables.

» 4. C'est pourquoi j'ai cherché et j'ai réalisé une méthode plus rigoureuse, dans laquelle la chaleur de formation du bioxyde d'azote se déduit de la différence de deux données expérimentales seulement; données susceptibles d'être obtenues par des déterminations calorimétriques promptes et exactes. Cette méthode est applicable à l'étude des chaleurs de combustion de tous les gaz et vapeurs, suffisamment volatils pour être brûlés par détonation dans un eudiomètre. Je présenterai prochainement à l'Académie les résultats ainsi obtenus dans la combustion de tous les gaz hydrocarbonés qui n'avaient pas encore été étudiés. Aujourd'hui, je parlerai seulement du bioxyde d'azote et du protoxyde d'azote, dont l'étude m'occupe depuis plusieurs mois, la construction de l'appareil ayant été entreprise dans les premiers jours de décembre 1879.

» 5. Mon appareil consiste dans une petite *bombe* ou *détonateur calorimétrique*, en tôle d'acier, d'une capacité voisine de 200^{cc}, plongé dans le calorimètre. On y introduit, par des manœuvres convenables et sous une pression voisine de 2^{atm}, les mélanges de gaz combustibles et de gaz comburants, faits à l'avance suivant des proportions connues. Ces proportions sont précisément celles d'une combustion complète, dans le cas du protoxyde d'azote et du bioxyde d'azote : ce qui a pour but d'éviter toute complication due aux actions secondaires. La pression théorique, développée au moment de l'explosion, sans la dissociation, monterait jusqu'à 100^{atm}. En fait, elle paraît approcher de la moitié de ce chiffre, avec certains gaz. J'ai vérifié par des mesures eudiométriques que les combustions

se font bien et suivant les rapports théoriques, dans ces conditions. Elles sont d'ailleurs instantanées, et la mesure calorimétrique ne dure que quelques minutes, circonstance très favorable à leur précision. La quantité du gaz brûlé peut être évaluée : soit en volumes; soit en poids, ce qui est plus exact, en faisant passer les gaz brûlés, à l'aide d'aspirateurs, à travers des tubes contenant de la potasse.

» 6. Le bioxyde d'azote était préparé au moyen du sulfate de fer et de l'acide azotique, afin d'éviter les quantités sensibles de protoxyde d'azote que fournit la réaction du cuivre sur l'acide azotique. On sait que l'on ne peut enflammer les mélanges du bioxyde d'azote avec l'hydrogène ou l'oxyde de carbone. L'éthylène, le sulfure de carbone et, d'après ce que j'ai reconnu, le cyanogène brûlent, au contraire, avec une vive lumière dans une atmosphère de bioxyde d'azote. Mais la combustion faite dans ces conditions produit toujours de la vapeur nitreuse en abondance et d'autres gaz de décomposition : ce qui rend les mesures calorimétriques impraticables. On réussit, au contraire, fort bien en faisant détoner le cyanogène (ou l'éthylène) mêlé de bioxyde d'azote, dans les proportions théoriques. Les gaz combustibles ont été brûlés d'autre part par l'oxygène pur. Il suffit de retrancher la chaleur de combustion du cyanogène (ou celle de l'éthylène) par le bioxyde d'azote, de la chaleur de combustion du même gaz par l'oxygène libre, pour avoir la chaleur de formation du bioxyde d'azote au moyen de ses éléments. Cette quantité se déduit ainsi seulement de deux données expérimentales, faciles à obtenir dans des conditions tout à fait comparables.

» I. *Combustion du cyanogène par l'oxygène libre.*

$$C^2Az(26^{gr}) + O^4 = C^2O^4 + Az, \text{ a dégagé : } +131{,}0 \text{ et } +130{,}7,$$

en moyenne $+130{,}9$; par détonation. On tire de là la chaleur absorbée dans l'union du carbone (diamant) et de l'azote

$$C^2(\text{diamant}) + Az = C^2Az, \text{ absorbe } -36{,}9.$$

» Dans les expériences faites en brûlant un jet de cyanogène dans l'oxygène, que j'ai publiées l'an dernier (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 877), j'avais obtenu : $+131{,}6$ [1] pour la chaleur de combustion ; et $-37{,}6$ pour

[1] Le nombre donné à la page 878 est 132,3; mais il avait été accru de 0,7, à cause de la chaleur supposée absorbée dans la formation d'un peu de gaz hypoazotique, correction que mes nouvelles données rendent insensible.

la chaleur de formation. Les nombres obtenus, soit à pression constante, soit à volume constant, peuvent donc être regardés comme identiques : ce qui doit être, la combustion du cyanogène par l'oxygène libre ne donnant lieu à aucun changement de volume. Cette remarque s'applique également à la combustion du cyanogène par le bioxyde d'azote.

» II. *Combustion du cyanogène par le bioxyde d'azote.*

$$C^2Az + 2AzO^2 = C^2O^4 + 3Az$$

a dégagé : + 175,3 ; + 172,9 ; + 175,0 ; + 174,4 ; + 175,3, en moyenne + 174,6 par détonation.

» La différence entre ce nombre et + 130,9, chiffre obtenu avec l'oxygène dans les mêmes conditions, soit + 43,7, représente la chaleur dégagée par la décomposition de 2 AzO^2 en éléments. D'après ce couple de données : $Az + O^2 = AzO^2$ absorbe : − 21,8. Observons que la formation de l'acide carbonique dans la combustion du cyanogène par le bioxyde d'azote fournit un nombre presque double (+ 174,6) de cette formation par les éléments libres (+ 94). On voit combien les notions appliquées autrefois au calcul de la chaleur animale étaient inexactes.

» III. *Combustion de l'éthylène par l'oxygène libre et par le bioxyde d'azote.* — J'ai opéré également la combustion de l'éthylène par détonation, au moyen de l'oxygène d'une part, du bioxyde d'azote d'autre part. Les expériences sont analogues à celles du cyanogène. Sans entrer dans les détails, je me borne ici à dire que la différence entre les nombres observés donne, pour $Az + O^2 = AzO^2$..., − 21,4.

» La moyenne des nombres obtenus, l'un avec le cyanogène, l'autre avec l'éthylène, est − 21,6; valeur que j'adopterai désormais.

» J'ai mesuré la chaleur de formation du protoxyde d'azote, en brûlant l'oxyde de carbone par ce gaz et par l'oxygène libre.

» IV. *Combustion de l'oxyde de carbone par l'oxygène libre.*

$$CO\,(14^{gr}) + O = CO^2, \text{ a dégagé : } + 33,7 \text{ et } + 34,4.$$

» La moyenne + 34,0 se rapporte à la détonation à volume constant. On passe de là à la chaleur de combustion à pression constante [1], en ajoutant + 0,14, en raison de la condensation : ce qui fait + 34,14.

» Ce chiffre s'accorde presque exactement avec celui que j'ai obtenu antérieurement par la combustion d'un jet d'oxyde de carbone dans

---

[1] *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 115.

l'oxygène : soit + 34,09 ([1]); et par voie humide, au moyen de l'acide formique : + 34,25. On peut juger par là de la concordance des méthodes.

» V. *Combustion de l'oxyde de carbone par le protoxyde d'azote.*

$$CO + AzO = CO^2 + Az, \text{ a dégagé} \ldots\ldots \quad +44,0;\ +45,1;\ +44,1.$$

En moyenne + 44,4 par détonation.

» Ce nombre est le même à volume et à pression constants.

» La formation du protoxyde d'azote, à pression constante :

$$Az + O = AzO, \text{ absorbe} \ldots\ldots \quad +34,1 - 44,4 = -10,3$$

Favre et Silbermann avaient trouvé — 8,7; M. Thomsen — 9,2 par la combustion ordinaire : méthode dont les résultats sont moins certains que ceux de la détonation d'un mélange fait en proportions définies, lorsqu'il s'agit d'un comburant formé avec absorption de chaleur et dont on emploie un excès, susceptible d'intervenir pour son propre compte dans les combustions faites au sein d'une atmosphère de protoxyde d'azote.

» Les expériences par détonation, faites suivant les proportions théoriques, ne sont pas sujettes à cette objection. Je regarde donc la valeur — 10,3 comme préférable. Observons encore que les quantités de chaleur absorbées dans la formation du protoxyde et du bioxyde d'azote, soit — 10,3 et — 21,6, sont très sensiblement doubles l'une de l'autre.

» 7. D'après ces deux chiffres et ceux de mes expériences antérieures sur la transformation directe du bioxyde d'azote en acides azoteux, hypoazotique et azotique, on obtient les Tableaux suivants, qui doivent être fort rapprochés de la vérité.

I. — *Formation thermique des oxydes de l'azote* ([2]).

Protoxyde d'azote : $Az + O = AzO$ gaz	— 10,3				
Bioxyde d'azote : $Az + O^2 = AzO^2$ gaz	— 21,6				
Acide azoteux : $Az + O^3 = AzO^3$ gaz	— 11,1;	diss. — 4,2			
Acide hypoazotique : $Az + O^4 = AzO^4$ gaz	— 2,6;	liq. + 1,7			
Acide azotique : $Az + O^5 = AzO^5$ gaz	— 0,6;	liq. + 1,8;	sol. + 5,9;	diss. + 14,3	
Acide hydraté : $Az + O^5 + HO$ liq. $= AzO^6H$ gaz	— 0,1;	liq. + 7,1;	sol. + 7,7;	diss. + 14,3	
Acide hydraté : $Az + O^6 + H = AzO^6H$ gaz	+ 34,0;	liq. + 41,6;	sol. + 42,2;	diss. + 48,8	
Ammoniaque : $Az + H^3 = AzH^3$ gaz	+ 12,2;	diss. + 21,0			
Oxyammoniaque : $Az + H^3 + O^2 = AzH^3O^2$ diss.	+ 19,0				
Cyanogène : C^2 (diam.) + $Az = C^2Az$ gaz	— 37,3				

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIII, p. 13; t. V, p. 316.

([2]) Tout entier d'après mes mesures personnelles. — Étant donnée une oxydation qui

II. — *Azotates.*

Azotate de potasse : Az + O^6 + K	+ 118,7
» de soude : Az + O^6 + Na	+ 110,6
» d'ammoniaque (¹) : Az^2 + O^6 + H^4	+ 87,9
» de strontiane : Az + O^6 + Sr	+ 109,8
» de chaux : Az + O^6 + Ca	+ 101,2
» de plomb : Az + O^6 + Pb	+ 52,8
» d'argent : Az + O^6 + Ag	+ 28,7
Éther azotique : C^4 + H^5 + Az + O^6	+ 52,4
Nitroglycérine : C^6 + H^5 + Az^3 + O^{18}	+ 96,4
Nitrobenzine : C^{12} + H^5 + Az + O^4	+ 4,2
Binitrobenzine : C^{12} + H^4 + Az^2 + O^8	+ 12,7

III. — *Sels ammoniacaux.*

Chlorhydrate : Cl + H^4 + Az	+ 76,7
Bromhydrate : Br (gaz) + H^4 + Az	+ 71,2
Iodhydrate : I (gaz) + H^4 + Az	+ 56,0
Sulfhydrate : S^2 (gaz) + H^4 + Az	+ 42,4

dégagerait Q^{Cal} pour 8^{gr} d'oxygène fixé; cette oxydation, effectuée par l'acide azotique étendu, dégagera en moins, en formant :

AzO^4 gaz : — 16,9; AzO^3 gaz : — 12,7; AzO^2 : — 12,0; AzO : — 6,1; Az : — 2,8;
AzH^3O^2 diss. : — 16,4; AzH^3 diss. : — 12,1; AzO^6Am diss. : — 10,5.

(¹) MM. Sarrau et Vieille, dans des expériences inédites sur la détonation du coton-poudre, pur ou mêlé d'azotate d'ammoniaque, ont trouvé pour la chaleur de formation de ce dernier sel : + 89,0, au lieu de 87,9; ce qui fournit une confirmation indirecte.

On déduit du chiffre 87,9 la chaleur dégagée par les quatre transformations explosives, possibles et réalisables, de l'azotate d'ammoniaque :

		Cal
AzO^6AzH^4	= Az^2O^2 + $2H^2O^2$ liq. dégage	+ 30,7
»	= Az^2 + O^2 + $2H^2O^2$ liq. dégage	+ 51,3
»	= $\frac{3}{2}$Az + $\frac{1}{2}AzO^4$ + $2H^2O^2$ liq. dégage	+ 50,0
»	= Az + AzO^2 + $2H^2O^2$ liq. dégage	+ 29,7

Le sel fondu, l'eau gazeuse, tous ces nombres devraient être diminués de 15^{Cal} environ, en admettant que $2H^2O^2$ vaporisée absorbe — 20, et que la fusion de AzO^6Am absorbe le même chiffre que AzO^6K ou AzO^6Na. La dissociation simple, qui se produit simultanément dans la préparation du protoxyde d'azote, sur une portion du sel,

$$AzO^6AzH^4 \text{ solide} = AzO^6H \text{ gaz} + AzH^3 \text{ gaz, absorbe} \ldots - 35,5.$$

C'est le type des décompositions multiples d'une matière explosive.

Azotite : $Az^2 + H^4 + O^4$ [1] .... + 64,8
Azotate : $Az^2 + H^4 + O^6$ .... + 87,9
Chlorhydrate d'oxyammoniaque : $Cl + H^4 + Az + O^2$ .. + 70,8
Oxalate : C^4 (diam.) $+ H^8 + Az^2 + O^8$ .... + 272,4
Oxamide : C^4 (diam.) $+ H^4 + Az^2 + O^4$ .... + 140,0 »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le cyclone du 24 janvier dernier à la Nouvelle-Calédonie.* Note de M. FAYE.

« Dans les Communications nombreuses que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie sur les phénomènes identiques connus sous les noms variés d'*ouragans*, de *cyclones*, de *typhons* ou de *tornados*, j'ai successivement passé en revue toutes les parties du monde, excepté l'Océanie australe, et partout nous avons retrouvé, dans les tempêtes, les mêmes lois géométriques que certains théoriciens s'efforcent encore de dénaturer. Une Lettre que je viens de recevoir d'un officier de notre marine, M. le capitaine de frégate Reveillère, commandant la *Dives*, me met en mesure de remplir cette lacune. Voici un extrait du Rapport de cet officier sur le cyclone qui a sévi le 24 janvier à Nouméa :

« Nouméa, 28 janvier 1880.

» Monsieur le Gouverneur,

» J'ai l'honneur de vous rendre compte du cyclone que la *Dives* a essuyé le 24 janvier, en rade de Nouméa.

» Le 23 janvier, le temps était à grains du sud-est, le fond de la brise d'ailleurs maniable ; dans les grains, la pluie était très abondante et les rafales assez fortes. Je fis dépasser les mâts de perroquet. Le baromètre, bien que bas pour le pays, se maintenait à peu près à la même hauteur.

» Vers 4^h du matin, le vent prit de la force, le baromètre descendit un peu ; aussitôt le branle-bas fait, je filai un maillon de la chaîne de bâbord, afin d'avoir largement du mou dans les chaînes des ancres, affourchées conformément à votre ordre général. Aussitôt après le déjeuner de l'équipage, je fis envoyer en bas les volants, ce qui diminue considérablement le fardage de la mâture. Le matériel du scaphandre qui était dans la chaloupe fut embarqué, les tentes envoyées en bas ; enfin je me préoccupai de ramasser tout ce qui

---

(1) La chaleur dégagée par la décomposition de l'azotite d'ammoniaque

$$AzO^4AzH^4 = Az^2 + 2H^2O^2 \text{liq.} : +138 - 64,8 = +73,2.$$

J'avais trouvé d'abord des chiffres compris entre 76 et 80. M. Thomsen a donné récemment 71,7. Mais toutes ces valeurs, comme je l'ai dit, n'offrent pas les garanties d'une grande exactitude.

pouvait nous donner du fardage; je me disposai à embarquer la chaloupe et à hisser les embarcations. Jusque vers 7^h rien n'annonçait encore précisément l'arrivée d'un cyclone, bien que le temps fût évidemment mauvais; ce n'est qu'à partir de 7^h que l'on put constater une baisse graduelle certaine dans le baromètre. A 9^h la Direction du port signala que vous laissiez chaque capitaine libre de sa manœuvre pour la sûreté de son bâtiment. La chaloupe fut embarquée, les vergues brassées en pointe, les embarcations hissées, les tangons rentrés, etc. Je donnai l'ordre d'être prêt à allumer les feux. A $9^h 30^m$, je fis filer un maillon de la chaîne de tribord : la brise fraîchissait et les rafales devenaient très violentes.

» A 10^h, la Direction du port donna le signal de se préparer contre le mauvais temps. Je fis allumer les feux et me conformai strictement à votre ordre n° 1063 du 23 novembre 1878, concernant les dispositions à prendre dans le cas d'un cyclone. De 8^h à midi le baromètre descendit de 745^{mm} à 739^{mm}. A la fin du quart la brise était déjà d'une extrême violence; à partir de ce moment le vent continua à forcer et le baromètre à baisser. A 1^h, l'ouragan éclata dans toute sa violence. Je mouillai l'ancre de veille de tribord dont je filai les quatre maillons en filant la chaîne de bossoir de tribord; nos trois chaînes se trouvèrent ainsi bien égalisées, forçant toutes les trois en même temps, le vent ayant une direction parfaitement constante qui nous indiquait d'ailleurs que le centre du cyclone allait passer sur nous. La machine fut mise en marche à cinquante tours, et l'on gouverna de manière à se tenir aussi strictement que possible debout au vent.

» Ce n'était plus de la pluie, c'était une trombe d'eau furieuse qui passait sur le navire; le baromètre baissa de 9^{mm} en moins d'une demi-heure. Il était impossible de rien voir autour de soi; la pluie piquait les mains et le visage, autant que le fait la grêle dans les coups de vent de nord-ouest de la Manche.

» A 2^h, notre grand canot, saisi comme par la mer, fut soulevé par le vent seul, un instant décroché de son palan, et faillit être enlevé.

» J'estime que le vent, dans toute cette grande furie, dura une heure environ, puis il diminua de force très rapidement. A $2^h 15^m$, je crus pouvoir faire stopper la machine.

» Vers $2^h 30^m$ ou 3^h, il y eut une éclaircie notable au zénith; elle me rappela ce que l'on est convenu d'appeler l'œil de la tempête.

» C'est à $2^h 45^m$ que j'ai constaté la plus grande baisse barométrique : 714^{mm}. La brise mollit très rapidement, et nous fîmes notre évolution du sud-est au nord-nord-ouest en passant par l'est, ce qui indique que le cyclone passait un peu au nord de Nouméa; pendant cette évolution, la brise fut un instant si faible, qu'on aurait pu porter les cacatois.

» A partir de $3^h 45^m$, le baromètre eut relativement une ascension assez lente jusque vers 4^h, où il commença à remonter rapidement; la brise fraîchit, puis à $4^h 20^m$ reprit subitement sa première fureur. La machine fut remise en marche, la chaîne de bossoir de bâbord égalisée avec la chaîne de l'ancre de veille, toutes deux travaillant parfaitement ensemble, grâce à la direction constante du vent, qui se maintint exactement au nord-nord-ouest, comme elle s'était maintenue très exactement au sud-sud-est dans la première partie du cyclone.

» A 4^h, des éclairs dans le nord-ouest nous annoncèrent la renverse.

» A mon estime, dont je suis d'ailleurs bien loin de garantir l'exactitude, la renverse fut peut-être un peu moins forte que dans la première partie du cyclone; en revanche, elle fut plus continue et plus longue, car je fis fonctionner la machine pendant deux heures.

» De $4^h 30^m$ à 6^h, le vent souffla une seconde fois avec une incroyable furie; de $6^h 30^m$

à 7^h, le vent commença à mollir très sensiblement et les rafales à devenir moins fréquentes; à partir de 7^h, le vent tomba avec rapidité; à 8^h, il n'y avait plus que petite brise.

» Le lendemain matin nous vîmes que le gréement avait blanchi comme si l'on n'avait pas goudronné depuis le commencement de la campagne; les amarrages des enfléchures étaient comme de la filasse.

» Nous n'avons eu aucun accident à déplorer, ce que je ne puis attribuer qu'au sang-froid et à l'extrême bonne volonté que les hommes ont apportés à l'exécution de votre ordre n° 1063, relatif aux dispositions à prendre en cas d'ouragan.

» Je suis, etc.

« *Le capitaine de frégate, commandant la « Dives*

» Signé : REVEILLÈRE. »

» On voit, en premier lieu, combien il importe aux marins d'être bien informés des véritables lois des tempêtes. Grâce à une connaissance complète de ces lois et à l'emploi rationnel de la vapeur, l'habile commandant de la *Dives* a pu régler d'avance sa lutte contre le cyclone dans ses phases successives. L'ordre du gouverneur devrait être publié et appliqué sur toutes les mers du globe, car, sauf les particularités bien connues d'avance du sens de la gyration et du mouvement de translation, c'est partout la même chose.

» En second lieu, ce rapport montre, une fois de plus, avec quelle netteté géométrique les vents ont opéré. Il faut se rappeler que la *Dives* se trouvait à très peu près sur le passage du centre. D'abord les vents du sud-sud-est, c'est-à-dire les alizés, ont fraîchi, ce qui indique bien que les premières raffales de l'ouragan se superposaient tout simplement aux vents régnants; ensuite ces vents ont soufflé en tempête furieuse sans changer de direction. Puis est venue la région du calme central, et, aussitôt après son passage, les vents ont repris, mais en totale renverse, c'est-à-dire soufflant du nord-nord-ouest. L'impression du capitaine Reveillère est que cette seconde série a été un peu moins forte, et cela s'explique, puisque l'atmosphère inférieure dans laquelle pénétrait alors la seconde partie du cyclone se mouvait en masse dans le sens opposé avec une vitesse relativement faible. La vitesse du vent régnant s'ajoutait dans la première partie au mouvement circulaire de la tempête et s'en retranchait dans la seconde.

» Les détails de ces phénomènes sont d'une géométrie si nette, qu'il est bon d'insister ici sur ce point que la *Dives* ne se trouvait pas exactement sur la trajectoire du centre du cyclone. La transition s'est opérée pour elle dans le sens rétrograde, du sud au nord par l'est, mais par une très faible brise et non par un calme absolu. C'est la *Bayonnette*, située un peu au nord de la *Dives*, qui s'est trouvée dans ce calme absolu et a éprouvé en même temps une plus forte baisse barométrique.

» Je demande à tous ceux qui ont quelque idée de Mécanique comment devrait se comporter l'air affluant de toutes parts vers ce point central, où il prendrait, au dire de certains météorologistes, une direction brusquement et violemment ascendante, comme dans une cheminée en plein tirage; je demande si, dans un pareil tourbillonnement centripète et ascendant, on aurait la sensation d'un calme si profond que, au dire des marins, on se tiendrait sur le pont, une chandelle allumée à la main.

» En second lieu, le phénomène si souvent observé sur la trajectoire du centre, phénomène que nous retrouvons ici et qui consiste en ce que le premier vent perçu dure sans autre altération qu'une progression formidable d'intensité, toujours dans le même sens, et puis aussitôt après le passage du calme central se renverse bout pour bout, si l'on peut s'exprimer ainsi, avec la plus extrême violence, dans la seconde partie du cyclone, et souffle ensuite constamment dans cette direction diamétralement opposée à la première, ce phénomène, dis-je, est inconciliable avec la théorie des tourbillons centripètes, où l'on veut absolument faire décrire à l'air des spirales hyperboliques ou logarithmiques. Je sais bien que certaines personnes ont quelque peine à se figurer qu'un mouvement purement rotatoire puisse se propager au sein d'une masse gazeuse en repos ou animée d'une translation générale. Ces personnes-là trouveraient plus naturel un mouvement spiroïde et convergent, comme à la base d'une cheminée exerçant de bas en haut un actif tirage, ou bien encore le phénomène inverse d'une colonne d'air qui descendrait en s'épanouissant en spires divergentes. Mais il faut bien les prévenir que ces sentiments de prédilection n'ont guère de place dans le domaine des sciences. Quand on n'a pas la théorie mathématique d'un phénomène, il ne faut pas essayer de lui substituer des fantaisies; la règle que suivent les hommes de science en pareil cas est de s'en rapporter aux faits. Or celui que je viens de citer et tant d'autres faits semblables, dont j'ai si souvent entretenu l'Académie sans que personne ait pu élever le moindre doute sur l'un quelconque d'entre eux, prouvent non seulement que le mouvement circulaire est possible, mais encore qu'il est le seul à se réaliser (¹). Il suffit d'ailleurs de jeter les yeux sur la première trombe venue pour s'en convaincre *de visu*.

» J'insiste sur ce point capital, parce que, dans une fort intéressante

(¹) Du moins, quand on a trouvé un mouvement centripète, il m'a été facile de prouver que l'on avait négligé de tenir compte du mouvement général de translation des couches basses, très sensible au pourtour d'un cyclone.

étude du typhon du 31 juillet dernier dans les mers de Chine, le savant et éminent directeur de l'Observatoire de Zi-ka-wei, après avoir conclu et dessiné d'après d'excellentes observations un mouvement absolument circulaire, a fini par conclure et par dessiner, dans la partie théorique de son Ouvrage, un mouvement spiraloïde semblable à un soleil d'artifice. Telle est la force de la prévention contre laquelle je lutte depuis des années au nom des faits.

» Je ne puis parler du terrible cyclone de la Nouvelle-Calédonie sans appeler l'intérêt de l'Académie sur les désastres qu'il a infligés à cette importante colonie. Voici un court extrait du *Journal officiel* de Nouméa :

« Dans la matinée du 24, la tempête commença réellement à se déchaîner et, jusqu'à $2^h 30^m$ de l'après-midi, alla croissant, atteignant les dernières limites de la furie. Les toits des maisons, qu'ils fussent en tôle ou en tuiles, volaient au loin, menaçant, dans leur parcours violent, la vie des personnes qui, affolées, cherchaient des abris.

» Tous les bâtiments publics, dont la solidité semblait pouvoir, mieux que nos maisons, affronter l'ouragan, ont été détruits ou ont plus ou moins souffert.

» .... L'aspect de la ville est navrant; on dirait que nous avons supporté un long siège : des maisons sont par terre, les autres n'ont plus de toit, toutes portent le témoignage de leur lutte contre le fléau; les docks des transports maritimes, dans lesquels étaient déposés des approvisionnements pour une valeur considérable, se sont effondrés, en détruisant sous leurs décombres la plus grande partie des marchandises qu'ils contenaient; d'autres grands magasins, entièrement découverts, ont perdu la plus grande partie des valeurs qu'ils renfermaient. C'est par millions que l'on peut compter les pertes de la seule ville de Nouméa.

» La mer était déchaînée par la tempête, qui déjouait la sécurité pourtant exceptionnelle de la baie de la Moselle et de nos deux rades, si merveilleusement abritées.

» Les habitants, anxieux, semblaient oublier leur propre ruine, pour suivre du regard les bâtiments qui soutenaient une lutte impossible contre la tempête.

Le *Gladiateur*, cotre du pilotage, sombra l'un des premiers, entraînant avec lui les matelots-pilotes Lorrain et Luneau, trois matelots indigènes et un enfant. La goëlette *la Dumbéa*, appartenant à l'administration pénitentiaire, coulait aussi avec trois matelots de l'État, qui n'ont plus reparu. Le cotre *le Bouraké* disparaissait à son tour avec deux hommes de son équipage. Les goëlettes *l'Étoile-du-Matin*, *le Nouméa* et *l'Espérance*, et les cotres *Agenoria* et *la Planète*, appartenant au commerce, disparaissaient aussi ou allaient à la côte sans qu'il fût humainement possible de leur porter aucun secours.

» Vers $2^h 30^m$ de l'après-midi, le calme se fit presque subitement, et, pour la plupart d'entre nous, il semblait que nous fussions arrivés au terme d'une aussi douloureuse épreuve; mais, pour les marins et les anciens colons, ce n'était là qu'une interruption momentanée de la tempête. On profita de cette interruption, en ville et sur la rade, pour prendre toutes les précautions en vue de combattre ses derniers efforts. Le cyclone se montrait encore, en effet, vers 4^h, les vents soufflant cette fois du nord-est avec une intensité qui était bien faite pour jeter le découragement après les luttes supportées en vain dans la journée.

» Vers $7^h 30^m$, le temps redevint calme, et cette fois définitivement..... »

GÉOGRAPHIE. — *Sur les points de l'Océan arctique de Sibérie qui présentent le plus d'obstacles pour la navigation.* Note de M. NORDENSKIÖLD.

« Je suis heureux de pouvoir apporter ici moi-même l'expression de ma reconnaissance pour les marques d'intérêt que l'Académie des Sciences n'a pas cessé de donner à l'expédition que je viens de terminer. Avant mon départ, comme pendant mon hivernage dans l'océan sibérien et lors de mon arrivée au Japon, l'Académie a ainsi encouragé mes efforts et soutenu mon entreprise, autant qu'il dépendait d'elle.

» Ces témoignages précieux d'estime et de sympathie ont retenti au dehors; ils ont, je n'en doute pas, beaucoup contribué à préparer le chaleureux accueil que j'ai rencontré partout, depuis que je suis en France, et particulièrement dans sa capitale.

» Sans attendre que j'aie eu le temps d'approfondir et de coordonner mes observations, je demande à l'Académie la permission de lui signaler les points qui présentent le plus d'obstacles pour la navigation de l'océan arctique de Sibérie.

» Un coup d'œil sur la Carte de l'Asie nous montre que ses côtes septentrionales se développent le long du 70e degré de latitude, sur l'immense étendue de plus de 130°.

» C'est en longeant ces côtes que la *Véga* a accompli la traversée du passage nord-est et la partie difficile du voyage dont le succès est accueilli en France d'une manière si flatteuse pour notre pays et pour nous.

» A maintes reprises, on m'a interrogé sur la possibilité de renouveler ce voyage. Vous trouverez la réponse dans le document que j'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie, et qui est intitulé : *Sur la possibilité de la navigation commerciale dans la mer Glaciale de Sibérie*.

» La réponse est résumée dans les paragraphes suivants :

» 1° La route par mer de l'Atlantique au Pacifique le long des côtes septentrionales de la Sibérie doit fréquemment pouvoir être parcourue, en quelques semaines, par un vapeur convenable, ayant à son bord des marins expérimentés; mais il est peu probable, d'après la connaissance que l'on possède actuellement de la mer Glaciale de Sibérie, que cette route devienne *dans sa totalité* d'une importance effective pour le commerce.

» 2° On peut déjà poser comme thèse qu'il n'existe pas de difficultés pour l'utilisation, comme route commerciale, de la voie par mer entre l'Obi-Iénisséi et l'Europe.

» 3° Selon toute probabilité, la route par mer entre l'Iénisei et la Léna et entre la Léna et l'Europe peut être également utilisée comme route de commerce, mais l'aller et le retour entre la Léna et l'Europe ne pourront pas se faire dans le courant du même été.

» 4° Des explorations ultérieures sont nécessaires pour décider de la possibilité de relations commerciales maritimes entre l'embouchure de la Léna et le Pacifique. L'expérience acquise par notre expédition montre que l'on peut dans tous les cas introduire, par cette route, du Pacifique dans le bassin de la Léna, des bateaux à vapeur, des engins pesants et d'autres effets qui ne peuvent être convenablement transportés sur des traîneaux ou sur des voitures.

» Beaucoup d'explorations doivent donc encore être exécutées, avant que ce problème si important reçoive une solution définitive; mais je crois qu'on peut, dès maintenant, avec un grand degré de probabilité, fixer les points sur lesquels la navigation dans ces parages rencontrera les principales difficultés.

» L'opinion générale est que le cap Tchéliouskine, point septentrional de l'Asie, présentera les plus grands obstacles.

» Dans le programme de l'expédition de la *Véga*, j'ai démontré qu'il n'en pouvait être ainsi, à cause de l'influence que les grandes masses d'eau fluviale exercent sur les glaces de la mer polaire littorale. Les masses d'eau déversées par l'Obi, l'Irtych, l'Iénisei, la Katanga, la Léna, la Yana, l'Indigirka et la Kolyma sont assez immenses pour déterminer un grand courant maritime qui, sous l'influence de la rotation de la Terre, doit longer les côtes, de l'ouest à l'est, et, après les débâcles, les débarrasser des glaces, soit en les chassant, soit en les fondant.

» Ce n'est donc pas entre les embouchures de l'Iénisei et de la Léna que doivent se trouver les plus grands obstacles à la circumnavigation de l'Asie.

» Les mers comprises entre la Nouvelle-Zemble et la presqu'île d'Yalmal, entre la terre de Wrangel et le détroit de Behring, sont dans des conditions hydrographiques entièrement différentes. Ici, point de grands fleuves; les mers affectent des formes comparables, en plus petit, à celles de l'Atlantique nord. On peut facilement démontrer que les courants maritimes doivent se comporter ici comme dans les parages compris entre le Spitzberg et le Groenland, et entre la Nouvelle-Zemble et le Spitzberg. Je veux dire par là qu'un courant venant du sud doit chasser les glaces des parties orientales de ces mers, tandis qu'un contre-courant venant du nord

les amasse dans leurs parties occidentales. De même que le courant arctique accumule des masses immenses de glaces à la côte est du Groenland et la rend presque inhabitable à des latitudes relativement basses, de même des courants analogues accumulent des glaces à la côte orientale de la Nouvelle-Zemble et à la côte orientale de la terre de Wrangel.

» Les récits des indigènes, les observations que nous avons faites sur les marées, les migrations des oiseaux montrent que la terre de Wrangel ne serait pas, comme on la dessine souvent, une île plus ou moins grande, mais qu'elle doit être une terre étendue ou une partie d'un grand archipel se reliant aux archipels de l'Amérique du Nord.

» C'est donc près des côtes orientales de la Nouvelle-Zemble et dans le détroit au sud de la terre de Wrangel qu'on doit s'attendre à rencontrer les plus sérieuses difficultés pour la traversée du passage nord-est.

» L'expérience des dix dernières années prouve qu'on peut, chaque année, franchir en automne la mer de Kara. J'espère que les mêmes circonstances se retrouveront au détroit de Long, qui sépare du continent la terre de Wrangel; en ce cas, on pourrait chaque année, à l'aide d'un bon navire, monté par un équipage familiarisé avec la navigation des mers polaires, effectuer la traversée du passage nord-est. »

MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE. — *Sur la manière de présenter la théorie du potentiel dans l'hypothèse généralement admise de la discontinuité de la matière.* Note de M. J. **Boussinesq**. (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« 1. Les géomètres qui se sont occupés de la théorie des potentiels d'attraction newtonienne, et qui les ont étudiés pour les points situés au dedans même des corps auxquels est due l'attraction dont il s'agit, ont supposé que la matière de ces corps était continue, c'est-à-dire uniformément disséminée à l'intérieur de toute partie, à dimensions infiniment petites, de l'espace qu'ils paraissent remplir. On sait qu'alors, pour tout point $M(x, y, z)$ intérieur au corps, le potentiel $V = \int \frac{dm}{R}$, somme des quotients obtenus en divisant la masse dm que contient chaque élément de volume par sa distance r au point M, est sensiblement le même, soit qu'on y com-

prenne la matière située à l'intérieur d'une sphère d'un rayon imperceptible R, décrite autour du point M comme centre, soit qu'on ne l'y comprenne pas, etc.

» Mais ces démonstrations, et même leurs résultats, semblent perdre toute valeur pratique quand, de l'avis à peu près unanime des savants, on rejette l'hypothèse de la continuité de la matière, et surtout quand on regarde, avec la plupart d'entre eux, les dimensions des dernières particules ou atomes comme de très petites fractions de la distance comprise entre chacune d'elles et ses voisines. Alors, *si l'on continue à définir le potentiel comme on le fait dans les Cours,* cette fonction, et surtout ses dérivées partielles de plus en plus élevées peuvent même cesser d'exister en tant que fonctions utilisables, c'est-à-dire en tant que fonctions variant graduellement dans chaque intervalle intermoléculaire et jouissant ainsi de la continuité attribuée, dans les diverses branches de la Physique mathématique, aux fonctions qui expriment une manière d'être déterminée, perceptible pour chaque petite région de l'espace. Par exemple, d'après le théorème de Poisson, la somme des trois dérivées secondes de V en dx^2, dy^2, dz^2 sera nulle dans le vide compris entre deux atomes, et elle égalera, à l'intérieur de chaque atome, le produit du facteur -4π par la densité énorme de l'atome au point considéré. Les dérivées secondes du potentiel ne varieront donc pas graduellement. On pourra en dire autant, si le rapport du vide au plein est très considérable, des dérivées premières, composantes de l'attraction, et même du potentiel, car, si l'on suppose la densité de chaque atome suffisamment grande par rapport à la densité apparente du corps, le potentiel, tout en restant fini, deviendra maximum à l'intérieur de chaque atome, minimum dans chaque intervalle intermoléculaire, et présentera ainsi des milliards de variations de sens inverses dans des étendues même imperceptibles.

» 2. Il est donc nécessaire d'introduire dans la définition du potentiel un changement qui permette à cette notion importante de subsister, de conserver véritablement son sens concret et son utilité pratique dans toutes les opinions que l'on peut se former touchant la composition des dernières particules de la matière. C'est ce que je me propose de faire ici.

» Le changement à introduire ressort de l'usage principal du potentiel. On s'est aperçu depuis longtemps que les actions exercées sur une particule de matière sont de deux sortes : les unes, dues à d'autres particules contiguës, se produisent à des distances totalement imperceptibles et ont pour résultantes les forces appelées *pressions, tensions,* etc.; les autres, régies

par la loi de Newton, sont dues aux particules de matière situées à des distances visibles de celle que l'on considère, et leur résultante n'est autre que la *pesanteur* ou plutôt le poids de la particule. Or, on ne demande au potentiel que de faire connaître la pesanteur existant en chaque point, car, dans les équations d'équilibre ou de mouvement qui contiennent ses dérivées premières, dans celles, par exemple, de l'Hydrostatique, on ne manque pas de compter en outre les pressions. Donc le potentiel, tel qu'il est conçu naturellement, ne doit pas contenir de terme ayant à son dénominateur une distance r imperceptible. On peut le définir, pour chaque point $M(x, y, z)$ de l'espace, *la somme qu'on obtient en divisant diverses masses élémentaires considérées m ou dm par leurs distances r au point quelconque* M, *et en ajoutant, non pas tous ces quotients, mais ceux-là seulement qui se rapportent à des masses extérieures à la sphère décrite, du point* M *comme centre, avec un rayon imperceptible et constant* R, *incomparablement plus grand que la distance de deux molécules voisines*.

» Alors une somme peut, sans difficulté, être remplacée par une intégrale, car tous les r y sont assez grands pour ne varier que de fractions insignifiantes de leurs valeurs lorsqu'on suppose chaque atome pulvérisé et disséminé dans tout l'intervalle intermoléculaire environnant, etc.

» D'ailleurs, la valeur absolue de R importe peu : dès que ce rayon de la petite sphère est supposé, tout à la fois, incomparablement moindre que les dimensions des corps étudiés et beaucoup plus grand que la distance de deux molécules contiguës, les variations du potentiel dues aux variations de R sont totalement négligeables. Il faudrait que R, en diminuant, devînt comparable à l'intervalle qui sépare deux atomes ou tout au moins deux molécules, pour que V pût commencer à augmenter rapidement dans le voisinage de l'une d'elles, et à devenir notablement différent en deux points très proches l'un de l'autre, de même qu'une série *semi-convergente*, mais dont la divergence ne s'accentue qu'à partir de termes très éloignés, s'approche longtemps et beaucoup d'une limite, pour s'en écarter ensuite indéfiniment. Dans la question du potentiel, l'hypothèse de la continuité de la matière a pour effet de rendre la somme tout à fait convergente et de permettre ainsi, grâce à l'effacement des attractions locales produit par la pulvérisation fictive de la matière, d'étendre l'intégrale à toute la masse sans vicier les résultats particuliers que l'on cherche, c'est-à-dire sans altérer la valeur de la pesanteur en chaque point. Mais il y a, dans cette manière de procéder, une *fiction*, qui consiste à raisonner comme si l'action de deux points matériels était régie par la loi de Newton jusqu'aux plus petites

distances, hypothèse qui, jointe à celle de la continuité de la matière, aurait pour résultat de réduire à rien ces forces qu'on appelle *pressions, tensions*, etc., et qui sont d'ordinaire les plus considérables.

» 3. La définition que je viens de donner du potentiel se prête à une démonstration immédiate et naturelle des propriétés analytiques dont il jouit. Le point (x, y, z), en se déplaçant infiniment peu, emporte avec lui la petite sphère, qui occupe à son avant quelques éléments nouveaux de volume et qui en perd autant à son arrière. Comme il correspond à ceux-ci des éléments nouveaux gagnés par l'intégrale, de même qu'aux précédents des éléments perdus, la dérivée de la fonction doit comprendre, en outre de ce que donne la différentiation sous le signe *somme*, et qui provient des variations des éléments qui sont communs à l'intégrale dans ses deux états, des *termes aux limites*, exprimant ce qu'apportent ou ce qu'enlèvent les éléments gagnés ou perdus. Or ces termes, négligeables dans les dérivées premières du potentiel, valent en tout $-4\pi\rho$ dans la somme des trois dérivées secondes en dx^2, dy^2, dz^2, d'où résulte immédiatement la formule de Poisson, etc.

» La petite sphère *mobile* considérée ici, qui entoure une matière dont on fait abstraction dans le calcul du potentiel, n'a rien de commun avec la petite sphère *fixe*, comprenant actuellement à son intérieur le point mobile (x, y, z), que les auteurs classiques emploient pour démontrer le théorème de Poisson. Cette dernière sphère constitue un artifice ingénieux de démonstration, mais rien de plus; au contraire, l'introduction de la sphère mobile est surtout un moyen de transformer la notion même du potentiel, ou mieux, comme on a vu, de la ramener à son vrai sens et de l'utiliser pour une matière quelconque, continue ou discontinue. »

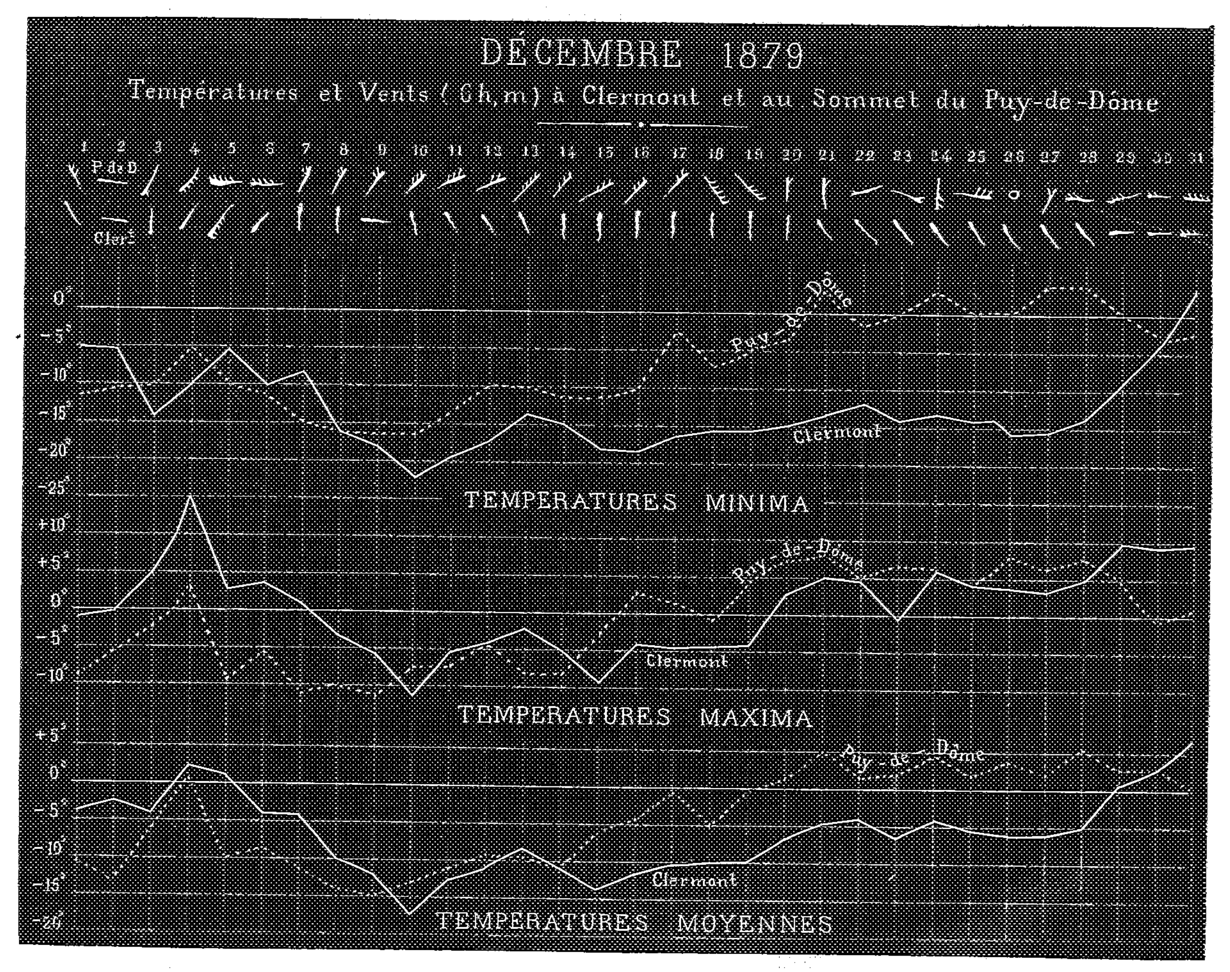
MÉTÉOROLOGIE. — *Hiver de 1879-1880 à Clermont et au Puy-de-Dôme.* Note de M. Alluard.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Un phénomène qui a attiré beaucoup l'attention est la différence de température des deux stations de l'Observatoire du Puy-de-Dôme, la station de la montagne étant moins froide que la station de la plaine.

» Quand la Limagne est enveloppée de nuages et que le Soleil brille au Puy-de-Dôme, il est naturel qu'il fasse plus chaud en haut qu'en bas; nous en avons eu un exemple frappant en janvier, du 4 au 14, pendant une

période de brouillards épais et persistant sans interruption dix jours de suite. Mais, en décembre, du 15 au 28, par un ciel pur, les températures maxima ont été constamment plus élevées au Puy-de-Dôme qu'à Clermont, et comme, à la même époque, les températures minima étaient aussi renversées, il en est résulté que, pendant quinze jours, la température moyenne de la journée était plus élevée d'environ 10° à une altitude



de 1100^m au-dessus de Clermont. Cette singularité tient à ce que, à Clermont, dans un air presque calme, la direction du vent était nord ou nord-ouest, tandis que, au Puy-de-Dôme, le vent soufflait avec force du nord-est, quelquefois du sud-est ou du sud, et d'autres fois de l'ouest (¹).

(¹) Ainsi, le 26 décembre, à 8^h du matin, le thermomètre marquait — 15°,6 à Clermont, par un vent presque nul de nord-ouest, et + 4°,7 au sommet de la montagne, par un calme

» Ce qui me paraît encore plus digne d'intérêt, parce qu'il ne s'agit plus d'un phénomène accidentel, mais d'un phénomène général, c'est la fréquente interversion de la température pendant la nuit dans les altitudes élevées. Elle se produit à l'Observatoire du Puy-de-Dôme, à toutes les époques de l'année, ainsi que je l'ai annoncé à l'Académie en septembre 1878. Elle est peut-être un peu plus répétée en hiver qu'en été; mais cette année, pendant les froids rigoureux de décembre et de janvier, elle s'est accentuée davantage; dans l'intervalle de deux mois et demi, cinquante et une nuits ont été moins froides au Puy-de-Dôme qu'à Clermont. Les différences sont souvent considérables; on en jugera par les nombres suivants, relevés en décembre (¹).

	Clermont. Minima.	Puy-de-Dôme. Minima.	Différences.
	°	°	°
17 décembre	— 16,7	— 2,2	14,5
21 »	— 13,7	+ 3,2	16,9
24 »	— 13,6	+ 2,4	16,0
27 »	— 15,7	+ 3,1	18,8
28 »	— 14,0	+ 3,1	17,1

» Dans quelles conditions l'interversion de la température avec l'altitude se produit-elle? Y a-t-il quelque relation entre elle et l'état de l'atmosphère? Ces questions se lient de la manière la plus intime aux lois qui règlent les grands mouvements de l'atmosphère. Leur examen m'a conduit à une solution bien inattendue, et cela grâce à l'hiver rigoureux qui a mis en évidence certaines particularités difficiles à soupçonner.

» Les observations faites dans les deux stations de l'Observatoire du Puy-de-Dôme permettent d'établir cette règle générale : *Toutes les fois qu'une zone de hautes pressions couvre l'Europe centrale et surtout la France, il y a, dans nos climats, interversion de la température avec l'altitude.*

» Naturellement cette interversion se manifeste surtout pendant la nuit, parce qu'alors on est à l'abri des perturbations produites par la présence du Soleil au-dessus de l'horizon; mais elle se présente aussi pendant le jour, quoique plus rarement. On peut ajouter que les différences de température entre Clermont et le sommet du Puy-de-Dôme sont d'autant plus

complet; mais, la veille, un vent de sud assez fort y avait régné, d'où l'explication de cette différence énorme, 20°, 3.

(¹) En janvier, ces différences sont moins grandes, quoique notables : elles ne s'élèvent qu'à 10°, 3. En février et mars, les mêmes phénomènes se reproduisent encore.

fortes que les hautes pressions sont plus considérables et que l'atmosphère se trouve dans des conditions de plus grande stabilité.

» Dès qu'une zone de fortes pressions s'établit sur le milieu de l'Europe et particulièrement sur la France, la comparaison de nos thermomètres nous l'apprend; aussitôt, pendant la nuit, il fait moins froid au Puy-de-Dôme qu'à Clermont. Une perturbation lointaine vient-elle à entamer cette zone, la forçant à se reculer d'un côté ou de l'autre, de suite l'interversion des températures diminue ou disparaît.

» En terminant, qu'il me soit permis de faire appel aux savants hardis et dévoués qui se sont déjà illustrés par des voyages aérostatiques et scientifiques; il appartient de trouver jusqu'à quelle hauteur dans l'atmosphère a lieu cette interversion des températures, en entreprenant des ascensions sous le régime des hautes pressions. Ce sera aussi le rôle des observatoires de montagne que, depuis la création de l'Observatoire du Puy-de-Dôme, on cherche à établir de tous côtés. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Remarques au sujet de la Communication de M. Alluard;* par M. FAYE.

« M. Alluard vient de mettre en pleine lumière un phénomène de la plus haute importance pour l'étude de notre atmosphère. « A toute aire de haute » pression, dit M. Alluard, répond une interversion frappante dans la suc- » cession en hauteur de la température aérienne. » La température des couches successives, au lieu de décroître comme à l'ordinaire, du moins à partir d'une hauteur minime, va en croissant d'une manière étonnante jusqu'à une altitude de plus de 1000^m et ne reprend sa marche décroissante qu'à partir d'une limite encore inconnue. Je ferai remarquer, à ce sujet, que ce grand phénomène contredit absolument les idées que plusieurs météorologistes se sont faites sur les aires de haute pression; ils les attribuent à des *anticyclones*, mot bien malencontreux qui tend à se vulgariser. Un *anticyclone* est, pour ces savants, l'opposé d'un cyclone, et, comme ils s'imaginent que l'air accourt en spires convergentes vers un cyclone, pour s'élever ensuite en tournoyant dans l'atmosphère, ils en concluent que, dans un *anticyclone*, l'air doit descendre jusqu'au sol en tournoyant en spires divergentes. Or, si l'air chaud descendait ainsi *jusqu'au sol*, dans le cas de ces hautes pressions, il ne nous apporterait pas en bas, pendant des mois entiers, le froid intense dont nous avons eu à souffrir cet hiver.

La vérité est qu'il n'y a pas d'anticyclone et que ce sont les cyclones qui sont descendants.

» Je ne puis m'empêcher de me reporter, à ce sujet, à nos théories astronomiques de la réfraction pour les grandes distances zénithales, et de me demander ce qu'elles vont devenir en présence de faits pareils. Il aurait été à désirer que les observatoires européens eussent institué, pendant ces grands froids, des observations méridiennes d'étoiles basses, pour soumettre ces théories à une épreuve désormais indispensable.

» En tout cas, ces faits prouvent, de la manière la plus éclatante, l'utilité des observatoires météorologiques à grande hauteur. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observatoire météorologique du Puy-de-Dôme. Verglas du 21 novembre 1879.* Note de M. **Alluard.**

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Dans la soirée du 21 novembre dernier, il s'est produit à Clermont un verglas si abondant, que, vers 9^h, des branches d'arbre furent cassées par son poids. Les circonstances de sa formation méritent d'être signalées.

» Il fut produit par une pluie fine à l'état de surfusion ([1]).

» Nous avions alors à Clermont une température de $0^\circ,5$ au-dessous de zéro, par un vent de nord-ouest, avec un état hygrométrique égal à 89.

» A la cime du Puy-de-Dôme, il y avait brouillard ou pluie, sans verglas. Le dégel y avait commencé vers 2^h du soir, en même temps que la pluie; un vent de sud assez fort soufflait et élevait la température jusqu'à $+1^\circ,2$; à l'heure de mes observations faites à Clermont, celle-ci n'était plus que de $0^\circ,5$ au-dessus de zéro.

» N'est-il pas naturel d'admettre que les gouttelettes d'eau qui, à l'altitude du sommet du Puy-de-Dôme, avaient $0^\circ,5$ de chaleur, se refroidissaient sans se congeler de 1° environ, en traversant les couches d'air plus froides qu'elles rencontraient à mesure qu'elles s'approchaient du sol, puisque à Clermont elles étaient à $-0^\circ,5$?

» Le dégel n'est survenu à Clermont que le lendemain 22, et brusque-

---

([1]) Ayant à me garantir de celle-ci, je me servis d'un parapluie pris dans mon laboratoire de la Faculté, à la température d'environ 15°; en quelques minutes, il fut couvert d'une couche de glace si épaisse qu'il devint impossible de le fermer. Ainsi, pas de doute sur la surfusion des gouttelettes d'eau qui composaient la pluie à ce moment.

ment, vers $8^h 30^m$ du matin, c'est-à-dire plus de dix-huit heures après qu'il eut commencé à notre station de la montagne, et par le même vent du sud.

» En résumé, le 21 novembre, entre 3^h et 10^h du soir, nous avons eu à Clermont deux couches d'air superposées, la supérieure étant moins froide que l'inférieure. Dans la première, un nuage au-dessus de zéro se résolvait en pluie; celle-ci, en tombant, se refroidissait au-dessous de zéro, tout en conservant l'état liquide, et donnait une couche de verglas équivalente à $0^m,02$ d'eau recueillie au pluviomètre. Ainsi se trouve mise en évidence l'une des circonstances de la formation de la pluie à l'état de surfusion. »

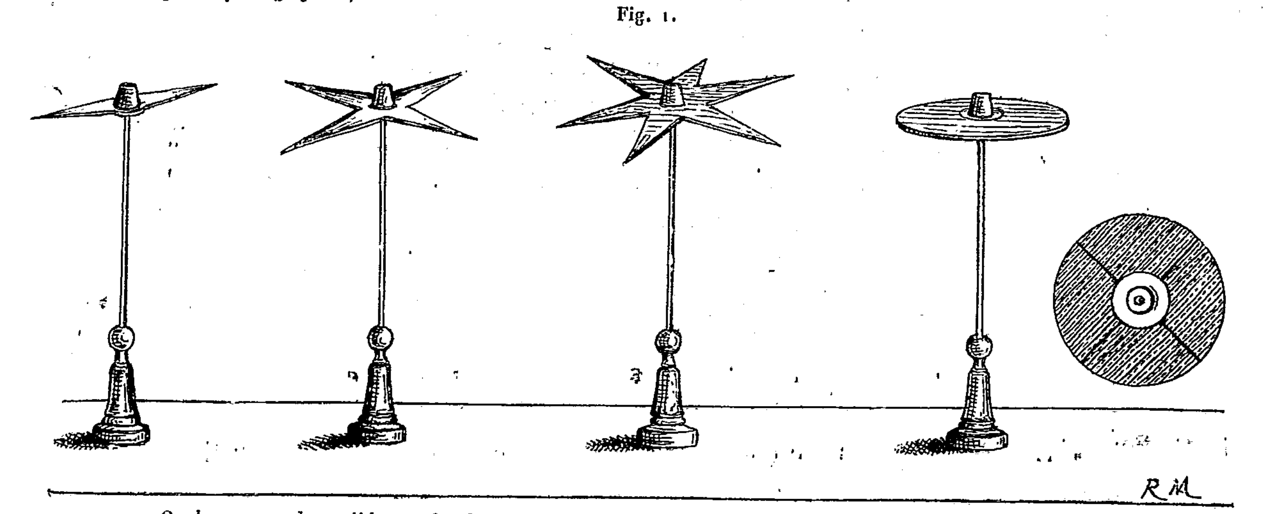
MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Mouvements giratoires continus produits par une machine d'induction rotative.* Note de MM. **W. de Fonvielle** et **D. Lontin.**

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie un appareil destiné à imprimer un mouvement de rotation continue à des pièces mobiles en fer doux, de formes très diverses et qu'on pourrait dénommer *gyroscope magnétique* (*fig.* 1).

Fig. 1.



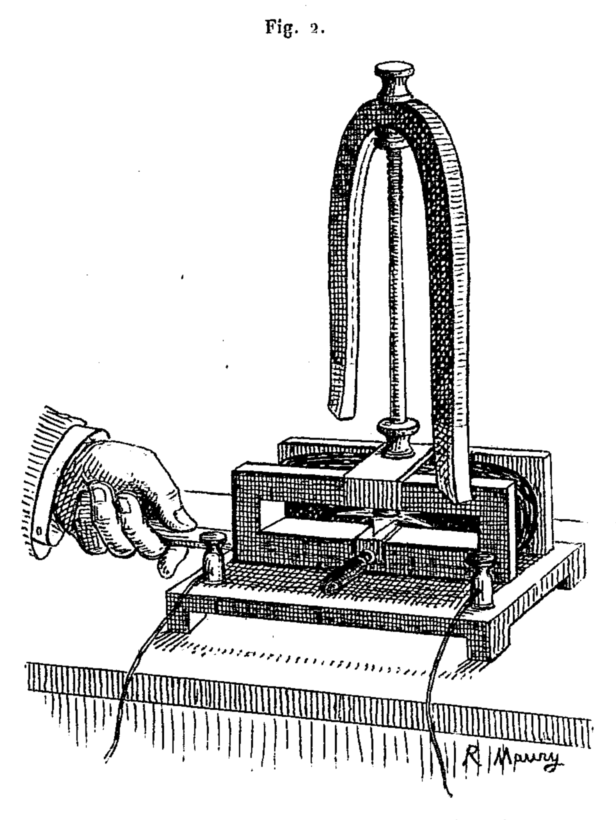
Quelques-uns des solides en fer doux qui prennent un mouvement de rotation quand ils sont placés dans l'intérieur du cadre galvanométrique.

» La machine se compose d'un cadre galvanométrique au-dessus duquel nous avons placé un aimant en fer à cheval, retenu par un axe vertical

autour duquel on peut lui donner une position azimutale quelconque. Le cadre galvanométrique a été construit de telle sorte qu'on puisse enlever l'aimant en fer à cheval et le remplacer par un aimant droit posé à plat sur le cadre; on peut également placer un autre aimant droit au-dessous du cadre, dans un vide ménagé à cet effet, ou placer latéralement les deux aimants à droite et à gauche du cadre (*fig.* 2).

» Pour produire un mouvement de rotation continue, sans l'intervention des aimants, il suffit de placer la pièce mobile en équilibre, au moyen

Fig. 2.



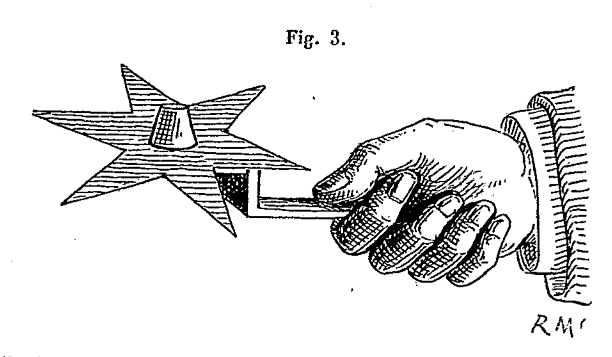
Machine d'induction rotative surmontée d'un aimant.
L'opérateur est en train de glisser un aimant dans un espace vide ménagé exprès dans le cadre.

d'une chape, sur l'axe vertical qui est disposé à cet effet dans l'intérieur du cadre, après avoir lancé dans le fil du galvanomètre le courant d'une bobine d'induction construite de telle manière que la force inductive du courant direct et du courant inverse soit aussi égale que possible (*fig.* 3).

» La rotation ne se produit pas toujours d'elle-même; mais, une fois qu'on l'a déterminée dans un solide suffisamment équilibré, elle continue indéfiniment dans le même sens. Le sens ne change point quand on intervertit le sens des courants à l'aide d'un commutateur. Nous croyons devoir ajouter que ces expériences sont plus délicates que celles qui ont lieu en présence d'un aimant, et dont il va être question plus loin.

» La possibilité de produire le même mouvement à l'aide de mobiles d'une forme quelconque et notamment de deux spirales construites avec un

Fig. 3.



Mobile équilibré sur son axe universel, placé dans la main d'un opérateur qui l'introduit dans le cadre galvanométrique.

fil méplat et enroulées en sens inverse, nous semble démontrer que l'action rotative s'exerce individuellement sur chaque molécule de fer, et que l'impulsion totale doit être considérée comme étant l'intégrale des actions impulsives individuelles. Cette propriété remarquable nous paraît fournir un moyen très simple d'expliquer complètement toutes les circonstances de ces curieux phénomènes à l'aide des lois connues de l'induction, et dispenser d'avoir recours à aucune hypothèse nouvelle. Il suffit en effet de remarquer que la molécule de fer agit dans son mouvement de rotation de deux manières différentes sur chacun des deux courants d'induction à peu près égaux qui parcourent successivement les spires, mais dont les apparitions alternatives sont séparées par des intervalles de temps très faibles. En effet, pendant toute la durée des deux phases du mouvement rotatoire qui la rapprochent des cadres galvanométriques, chaque molécule de fer doux augmente l'intensité du courant qui l'appelle et que nous nommerons *positif*, indépendamment de son sens réel, afin de fixer les idées; en même temps, elle diminue celle du courant qui la repousse, et que nous nommerons *négatif*, pour les mêmes motifs. Dans les deux autres phases de son mou-

vement qui la rapprochent du cadre, la même molécule diminue l'intensité du courant positif, qui tend alors à la rappeler en arrière, et augmente celle du courant négatif, qui l'écarte du cadre. Les actions exercées dans les deux phases du mouvement, c'est-à-dire dans toute l'étendue du plan décrit par les molécules, tendent donc à entretenir la rotation continue, qui augmente progressivement de vitesse jusqu'à ce qu'elle ait atteint celle qui convient à l'intensité absolue des attractions ou des répulsions exercées par les courants induits à l'énergie du courant inducteur, à la valeur du frottement de la résistance de l'air, etc., etc.

» Quand on fait agir le pôle d'un aimant, il est clair que son influence détermine dans chacune des molécules du mobile une aimantation passagère qui renforce les courants d'induction produits dans les spires dans les cas où elle est concordante, et qui les paralyse dans le cas inverse. Il en résulte que, en présence d'un centre magnétique permanent, le mouvement n'est plus possible que dans un sens déterminé par sa position et par sa nature. Nous avons cru reconnaître que ce principe s'applique même à l'action de la Terre.

» Lorsqu'on change la position du pôle influent par rapport à l'axe de rotation, la rotation change de sens; mais le pôle de l'aimant peut être placé au-dessus ou au-dessous, à droite ou à gauche, sans que la rotation change de sens. Les deux pôles d'un aimant droit ou d'un aimant en fer à cheval conspirent pour accélérer le mouvement, quand ils sont placés dans la direction du cadre; mais, si l'on place l'aimant dans la direction perpendiculaire, on rend ordinairement tout mouvement impossible. Il en est de même des positions voisines. A mesure qu'on l'approche de cette position limite, on voit en général la rotation se ralentir.

» Il est clair qu'un corps magnétisable assez fortement trempé pour ne pouvoir s'aimanter et se désaimanter à point nommé restera insensible à ces réactions dynamiques successives, et par conséquent immobile, et qu'il faut employer le fer le plus doux possible dans la construction des mobiles. Les mêmes phénomènes, surtout avec la spirale, peuvent évidemment se produire si on la place au-dessus du cadre. Ils sont accompagnés, surtout avec le disque plein, par un son strident, par des aimantations et des désaimantations alternées. Leur production nous paraît une confirmation nouvelle des théories que nous soumettons à l'Académie. »

ZOOLOGIE. — *Métamorphose du Puceron des galles ligneuses du Peuplier noir*, Pemphigus bursarius, *Lin. sub* Aphis (*partim*). Note de M. J. LICHTENSTEIN.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« En indiquant comme synonyme de son *Aphis bursaria* les Pucerons dont les galles sont figurées dans la *Pl XXVI* du Tome III de Réaumur, sous les nos 7 à 11, Linné a donné un problème à résoudre à ses successeurs, car il y a l'embarras du choix. La *fig.* 8 de notre grand observateur français présente en effet, sous les lettres *h*, *g*, *u*, des galles très différentes, réunies sur le même rameau; aussi les entomologistes qui ont copié Linné ont-ils pris tantôt une espèce, tantôt l'autre, pour le *bursaria*.

» Sans vouloir faire ici un travail de critique, je me bornerai à dire que je regarde comme le *Pemphigus* (¹) *bursarius* l'insecte de la galle figurée par Réaumur sous la lettre *h*. C'est la seule galle qui soit fixée sur l'écorce, c'est la seule qui soit de consistance dure, ligneuse; aussi ne tombe-t-elle pas avec les feuilles : elle est persistante et se voit très facilement sur les peupliers pendant tout l'hiver.

» Jusqu'à présent, on n'a connu, de l'insecte qui forme cette galle, que la grosse mère fondatrice et la progéniture ailée émigrante, qui abandonne les galles en juin et juillet. Personne encore n'a pu découvrir où va cette forme émigrante et je n'ai pas pu non plus combler cette lacune; mais, en mettant en tube ces insectes ailés émigrants, je les ai vus bientôt déposer des petits vivants, tous égaux entre eux, et présentant un rostre bien développé, indice certain qu'ils sont destinés à prendre de la nourriture; seulement, je n'ai pas encore pu trouver celle qui leur convient, et ils sont tous morts dans mes bocaux.

» Or, en liberté, voici qu'au mois d'août, alors que les derniers *émigrants* quittaient les galles, j'ai vu arriver sur les peupliers des insectes ailés qui, tout au rebours des émigrants, semblaient s'efforcer d'entrer au lieu de sortir, et cela non seulement dans les galles déjà sèches, mais dans toutes les fissures de l'écorce.

» L'apparence extérieure de ces Pucerons est presque celle de la forme

(¹) Le genre *Pemphigus* fut créé par Hartig en 1841, pour distraire du grand genre *Aphis* de Linné les Pucerons à antennes courtes, formant presque tous des galles sur les arbres.

émigrante : je ne trouverai de différence entre elles que dans le nombre et la forme des crénelures du troisième article des antennes, qui font tout le tour de l'antenne chez l'émigrant et n'en font que la moitié chez le nouveau venu. Mais leur produit est tout à fait différent; mis en tube, le nouvel arrivant dépose ce que j'ai appelé chez le Phylloxera des *pupes*, de deux dimensions, lesquelles se débarrassent très vite de leur enveloppe et laissent apparaître les petits pucerons sexués, mâle et femelle, dépourvus de rostre et munis d'organes génitaux. Il y a accouplement, et, bientôt après, la femelle dépose, entre les rides ou gerçures de la vieille galle qui se dessèche, un petit œuf jaune, entouré d'un duvet ou sécrétion cotonneuse blanche.

» N'est-il pas merveilleux de voir ainsi l'instinct ramener les *Pupifères* dans cette demeure, formée par leur arrière-grand'mère, pour y rapporter les jeunes couples qui doivent fournir l'œuf unique, germe de la colonie future?

» Cet œuf, je l'ai conservé dans mon cabinet tout l'hiver, en nombreux exemplaires; car, si chaque femelle n'en donne qu'un, il y a énormément de femelles. Il est éclos le 11 mai; j'ai mis le petit Puceron qui en est sorti, et qui est naturellement la larve de la forme fondatrice, sur un petit peuplier que j'ai planté exprès dans mon jardin. Aujourd'hui, 3 avril, j'ai la satisfaction de voir mes petits artisans à l'œuvre, s'enchâssant dans la tige tendre des premiers bourgeons et commençant à disparaître sous un petit bourrelet qui les entoure comme une auréole vivement teintée de carmin.

» J'aurais voulu pouvoir donner l'histoire complète du cycle biologique de ce Puceron, mais j'espère que ce que j'en ai vu pourra faciliter aux observateurs l'étude de ces intéressantes métamorphoses. En tout cas, les théories que j'ai eu déjà l'honneur d'exposer à l'Académie, à propos du Phylloxera et de plusieurs autres espèces de Pemphigiens, se trouvent encore ici pleinement confirmées : il y a les quatre formes larvaires, précédant les sexués, et, dans ces quatre formes, deux sont aptères et deux sont ailées (2). »

---

(1) Je regrette de dire que, jusqu'à présent, mes essais d'inoculation de cryptogames léthifères n'ont pas réussi. Les épidémies causées par des champignons sont fréquentes chez les Pucerons et j'ai vu chez M. Valz, à Saint-Laurent-d'Aigouze, un champ de vesces tout couvert de cadavres de Pucerons (*Siphonophora viciæ*) tués par une moisissure blanche.

Mais, en mettant un puceron ainsi couvert de spores cryptogamiques au milieu de Pucerons vivants aux racines, qui se promènent et même passent sur lui, je n'ai jamais pu voir se développer la moindre maladie. Riley n'a pas été plus heureux en Amérique. Cependant je continuerai à chercher.

M. G. **Engel** adresse une réclamation de priorité, au sujet de l'emploi des terres siliceuses d'infusoires, comme véhicule du sulfure de carbone pour combattre le Phylloxera.

Ce procédé, proposé récemment par M. le Dr Hamm, avait été indiqué, dès 1877, par M. Engel, et avait été l'objet d'un brevet pris le 10 avril de cette même année. Le produit, fabriqué à Belfort, a été appliqué, deux années de suite, dans diverses localités; il n'avait donné que des résultats variables avec la nature des terrains, et M. Engel n'avait pas cru devoir continuer à l'employer. Le brevet est tombé dans le domaine public en 1879 : c'est donc uniquement la priorité de l'idée elle-même que l'auteur réclame aujourd'hui.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. E. **Ducros**, M. C. **Hême** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. G. **Fels** adresse, de Barmen (arrondissement de Düsseldorff), une Note relative aux appareils imaginés par M. *Loeb*, de Berlin, pour protéger les organes respiratoires contre les accidents dus à l'inhalation de poussières, gaz ou miasmes divers.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire de Chatillon-sur-Loing**, en remerciant l'Académie de l'accueil qu'elle a fait à la souscription pour l'érection d'une statue à *A.-C. Becquerel*, la prie de vouloir bien désigner quelques-uns de ses Membres, pour faire partie de la Commission qui devra s'occuper de l'exécution de cette œuvre.

(Renvoi à la Commission administrative, à laquelle la Section de Physique est priée de s'adjoindre.)

MÉCANIQUE. — *Etudes sur la chronométrie* (1) : *de la compensation.* Note de M. C. **Rozé**, présentée par M. Resal.

« I. En désignant par t_0 et t les durées des oscillations aux températures T_0 et T, et admettant qu'on puisse représenter par une formule parabolique le rapport de ces durées, nous pourrons poser

$$t_0 = t[1 - x(T - T_0) - X(T - T_0)^2], \tag{1}$$

et alors, m_0 et m étant les *marches diurnes* correspondantes, on aura

$$m = m_0 - (86400 + m_0)[x(T - T_0) + X(T - T_0)^2], \tag{2}$$

en remarquant que nous ne tenons compte ici que de la seule influence immédiate de la variation de la température sur la marche.

» Par une déduction facile de la formule (2), on trouve, m_1 étant la marche répondant à la température T_1,

$$m = m_1 - (86400 + m_0)\{[x + 2X(T_1 - T_0)](T - T_1) + X(T - T_1)^2\},$$

qui s'identifie avec la formule que Lieussou a déduite de l'observation,

$$m = m_1 - c(\varpi - T)^2,$$

quand on pose

$$x + 2X(T_1 - T_0) = 0, \quad (86400 + m_0)X = c;$$

la première de ces deux relations exprimant que T_1 devient la température ϖ, dite de *réglage*.

» Lieussou a déterminé soixante-six valeurs de c, pour autant de chronomètres compensés, dont la moyenne est $0^s,014$; comme m_0 est presque toujours négligeable à côté de 86400, on conclut que la valeur moyenne correspondante de X serait environ 0,00000016.

» II. Pour préciser la signification des coefficients x et X, remarquons que la durée des oscillations est donnée par

$$t = \pi\sqrt{\frac{IL}{M}},$$

I étant le moment d'inertie du balancier, $\frac{M}{L}$ le moment élastique du spiral

(1) *Comptes rendus*, séances des 21 décembre 1868 et 20 novembre 1871.

répondant à un angle d'écart égal à 1, lequel est une fonction du troisième degré des dimensions du spiral multipliée par le coefficient d'élasticité E.

» Soient I_0, $\left(\frac{M}{L}\right)_0$, E_0 les valeurs correspondant à T_0; I, $\frac{M}{L}$, E celles correspondant à T; enfin, pour simplifier, $T-T_0=\theta$. On doit admettre, conformément à l'usage, α étant le coefficient de dilatation de la substance du spiral relatif à T_0,

$$\frac{I}{E}\frac{M}{L}=\frac{I}{E_0}\left(\frac{M}{L}\right)_0(1+\alpha\theta+A\theta^2)^3,$$

et nous poserons, d'autre part,

$$I=I_0(1+\beta\theta+B\theta^2)^2,\quad \frac{M}{L}=\left(\frac{M}{L}\right)_0(1-\varkappa\theta-K\theta^2),\quad \frac{I}{E}=\frac{I}{E_0}(1+\gamma\theta+\Gamma\theta^2).$$

» Égalant les expressions du rapport $\frac{t_0}{t}$ ainsi obtenues à celle tirée de (1), on trouve

$$x=\frac{\gamma-3\alpha}{2}+\beta,$$

$$X=\frac{\Gamma-3A}{2}+B-\frac{3}{8}(\gamma-\alpha)^2-\beta\left(\frac{\gamma-3\alpha}{2}+\beta\right);$$

ou

$$\gamma=2x+3\alpha-2\beta,$$

$$\Gamma=2X+3A-2B+3(x+\alpha-\beta)^2+2x\beta;$$

et encore

$$\varkappa=2(x-\beta),$$

$$K=2X-2B-x^2+4\beta x-\beta^2.$$

» III. Si l'on déduit x et X des marches observées d'un chronomètre à balancier unimétallique, on pourra en conclure les valeurs de γ et Γ ou $\varkappa$ et K relatives à la substance du spiral en fonction des coefficients de dilatation α, A, β, B, qui sont connus.

» Des observations faites en mars et avril 1870 avec un balancier en acier recuit m'ont donné, pour l'acier,

$$x=0{,}0001213,$$

$$X=0{,}00000027,$$

d'où

$$\varkappa=0{,}000221,\qquad \gamma=0{,}000258,$$

$$K=0{,}00000051,\quad \Gamma=0{,}00000063,$$

et, pour le laiton,

$$x=0{,}00018,$$

d'où

$$x = 0,00034, \quad y = 0,00039.$$

» Les valeurs des coefficients du premier ordre se rapportent à la température 20°. La valeur du coefficient K pour le laiton est du même ordre de grandeur que celui relatif à l'acier, et ce dernier, quoique déduit d'une réduction sommaire d'observations très délicates, est suffisamment approché pour l'objet actuel. Les coefficients de dilatation ont été empruntés aux Tables de M. Fizeau.

» Parmi les substances pour lesquelles j'ai déterminé x, il convient de citer encore :

Platine......	0,00017	environ.
Palladium....	0,00003	

» Si le spiral pouvait être fait de ce dernier métal, ou d'une autre substance jouissant de la même propriété, la compensation nécessaire serait beaucoup moindre, plus aisée à obtenir et aussi, sans aucun doute, beaucoup plus exacte.

» Pour un chronomètre compensé, on a, d'après les formules données plus haut,

$$-2\beta = x, \quad B = X - \tfrac{1}{2}K - \tfrac{1}{8}x^2,$$

la première exprimant que le chronomètre est compensé pour la température à laquelle se rapportent les valeurs des coefficients β, x, la seconde pouvant faire connaître B ou X en fonction l'un de l'autre et des coefficients x et K relatifs au spiral. Par exemple, la valeur moyenne de X déduite plus haut des déterminations de Lieussou donne − 0,00000009 pour la valeur moyenne de B répondant aux mêmes conditions.

» On peut d'ailleurs calculer directement ce coefficient B relatif au balancier compensateur. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations algébriques dont le premier membre satisfait à une équation différentielle linéaire du second ordre.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« **1.** Les équations algébriques, dont le premier membre satisfait à une équation différentielle linéaire du second ordre, jouissent de propriétés particulières qui, pour la solution d'un grand nombre de problèmes, fournissent des méthodes tout à fait spéciales. En me bornant ici au cas où elles ont toutes leurs racines réelles, je prendrai pour point de départ la remarque suivante.

» Soit $F(x) = 0$ une équation de degré n dont toutes les racines sont réelles; désignons par α une quelconque de ses racines et posons, pour abréger, $\frac{F(x)}{x-\alpha} = f(x)$; il est clair que l'équation $f(x) = 0$ a toutes ses racines réelles; par suite, son hessien $(n-2)f'^2(x) - (n-1)f(x)f''(x)$ ne peut avoir une valeur négative, et, en particulier, l'expression $(n-2)f'^2(\alpha) - (n-1)f(\alpha)f''(\alpha)$ est positive ou nulle. On a, d'ailleurs,

$$f(\alpha) = F'(\alpha), \quad f'(\alpha) = \frac{F''(\alpha)}{2}, \quad f''(\alpha) = \frac{F'''(\alpha)}{3},$$

d'où la relation

$$3(n-2)F''^2(\alpha) - 4(n-1)F'(\alpha)F'''(\alpha) \geqq 0.$$

» Supposons maintenant que le polynôme F satisfasse à l'équation différentielle du second ordre

$$Py'' + Qy' + Ry = 0;$$

il satisfait également à l'équation

$$Py''' + (Q + P')y'' + (R + Q')y' + R'y = 0,$$

que l'on en déduit par dérivation, et de là résulte que $F''^2(\alpha)$ et $F'(\alpha)F'''(\alpha)$ sont respectivement proportionnelles à $Q^2(\alpha)$ et à

$$Q^2(\alpha) + Q(\alpha)P'(\alpha) - P(\alpha)Q'(\alpha) - P(\alpha)R(\alpha),$$

d'où l'on conclut facilement que le polynôme

$$\Omega = PR + PQ' - QP' - \frac{n+2}{4(n-1)}Q^2$$

a une valeur positive ou nulle quand on y remplace x par une racine quelconque de l'équation $F(x) = 0$.

» Si donc on suppose que Ω ne soit pas positif pour toutes les valeurs de x (je remarquerai en passant que, s'il était toujours négatif, l'équation proposée aurait certainement des racines imaginaires), on déduira de là des limites entre lesquelles sont comprises les racines de cette équation.

» Considérons, par exemple, le polynôme du degré n étudié par M. Hermite dans sa *Note sur un nouveau développement en série des fonctions* (*Comptes rendus*, t. LVIII), et qui satisfait à l'équation différentielle

$$y'' - xy' + ny = 0;$$

on trouve sans peine

$$\Omega = n \cdot 1 - \frac{n+2}{4(n-1)}x^2,$$

d'où l'on conclut que la valeur absolue de la plus grande racine est inférieure à $\frac{2(n-1)}{\sqrt{n+2}}$; M. Hermite (*loc. cit.*) indique la limite $\sqrt{n(n-1)}$, notablement supérieure à la précédente.

» Je considérerai encore le polynôme de Legendre X_n qui satisfait à l'équation

$$(x^2-1)y''+2xy'-n(n+1)y=0;$$

on a

$$\Omega=(n-1)(n+2)-\frac{n^2(n+2)}{n-1}x^2,$$

d'où l'on voit que les racines de l'équation $X_n=0$ sont, en valeur absolue, inférieures à $(n-1)\sqrt{\frac{n+2}{n(n^2+2)}}$.

» Une transformation très simple permet d'obtenir des limites plus approchées. En supposant d'abord n pair et égal à $2m$, je poserai $x^2=\xi$ et déterminerai l'équation du second ordre à laquelle satisfait le polynôme $X_n(\sqrt{\xi})$. En appliquant la méthode exposée ci-dessus, on trouve aisément que les valeurs absolues des racines de l'équation $X_n=0$ sont comprises entre les deux racines positives de l'équation

$$\frac{m+2}{4(m-1)}(3x^2-1)^2+2m(2m+1)(x^4-x^2)+6x^4-4x^2+2=0.$$

» Pour $n=2$, cette équation devient $3x^2-1=0$, et, pour $n=4$, $35x^4-30x^2+3=0$; d'où l'on déduit exactement les racines des équations $X_2=0$ et $X_4=0$.

» Pour $n=6$, on obtient l'équation

$$429x^4-398x^2+21=0,$$

dont les racines positives sont $0,2373\ldots$ et $0,9335\ldots$; les valeurs absolues de la plus petite et de la plus grande racine de l'équation $X_6=0$ sont, d'après Gauss, $0,2386\ldots$ et $0,9325\ldots$.

» Dans le cas où n est impair et égal à $(2m+1)$, on obtiendra d'une façon analogue, pour limiter la valeur absolue des racines, l'équation

$$\frac{m+2}{4(m-1)}(5x^2-3)^2+2m(2m+3)(x^4-x^2)+10x^4-12x^2+6=0.$$

» Pour $n=3$, cette équation devient $5x^2-3=0$, et, pour $n=5$, $63x^4-70x^2+15=0$; d'où l'on déduit exactement les racines des équations $X_3=0$ et $X_5=0$.

» Pour $n = 7$, on obtient l'équation

$$637x^4 - 678x^2 + 93 = 0,$$

dont les racines positives sont 0,4023... et 0,9501; les valeurs absolues de la plus petite et de la plus grande racine de l'équation $X_7 = 0$ sont 0,4058... et 0,9492....

» 2. L'expression Ω que j'ai considérée jouit d'une propriété qui mérite d'être remarquée.

» Considérons en effet le polynôme, de degré n, $F(x)$, qui satisfait à l'équation différentielle du second ordre

$$P\frac{d^2y}{dx^2} + Q\frac{dy}{dx} + Ry = 0.$$

» Soit

$$p\frac{d^2y}{d\xi^2} + q\frac{dy}{d\xi} + ry = 0 \quad (^1)$$

l'équation différentielle à laquelle satisfait le polynôme $(\gamma + \delta\xi)^n F\left(\frac{\alpha + \beta\xi}{\gamma + \delta\xi}\right)$.

» Si l'on considère les deux fonctions

$$\Omega = PR + PQ' - QP' - \frac{n+2}{4(n-1)}Q^2$$

et

$$\omega = pr + pq' - qp' - \frac{n+2}{4(n-1)}q^2$$

on démontrera aisément qu'elles ne diffèrent que par une puissance entière de $\gamma + \delta\xi$.

» En particulier, si Ω et ω sont du même degré, et si l'on introduit, pour l'homogénéité des formules, les variables y et η, on voit que le polynôme $\omega(\xi, \eta)$ se déduit du polynôme $\Omega(x, y)$ par la substitution

$$x = \alpha\eta + \beta\xi \quad \text{et} \quad y = \gamma\eta + \delta\xi. \text{ »}$$

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le mesureur d'énergie.* Note de M. **Marcel Deprez**.

« Dans une précédente Communication, j'ai démontré que la mesure de la quantité d'énergie qui traverse un circuit électrique est ramenée à celle

---

(1) Je suppose que P, Q, R, ainsi que p, q, r, sont des polynômes entiers premiers entre eux.

du produit II' des intensités de deux courants, le premier, d'intensité I, traversant le circuit principal sur lequel sont situés les appareils destinés à l'utiliser; le second, d'intensité I', passant par un fil long et résistant greffé sur le fil principal.

» J'ai imaginé plusieurs dispositions qui donnent immédiatement, et par une simple lecture, la valeur du produit II'. La plus simple d'entre elles consiste en un cadre multiplicateur, d'assez grande dimension, dans l'intérieur duquel se trouve un second cadre mobile sur des couteaux. Sur le cadre fixe, est enroulé un fil fin et long, faisant un grand nombre de tours et constituant le circuit dérivé. Le second cadre est, au contraire, entouré d'un fil très gros, traversé par le courant principal. Deux petites coupes remplies de mercure, et dans lesquelles plongent des lames attachées au cadre mobile, permettent de lui amener le courant sans nuire en rien à sa mobilité. Enfin une petite masse fixée au cadre mobile, dans le prolongement de la droite qui joint l'axe des couteaux au centre de gravité de ce cadre, permet d'obtenir l'effort antagoniste qui doit faire équilibre au couple résultant des actions réciproques des deux cadres, lequel est proportionnel au produit II' des intensités des deux courants qui traversent ces cadres. En ajoutant à cet appareil un totalisateur que j'ai imaginé en 1876 [1] et qui a été appliqué depuis dans le wagon d'expériences de la Compagnie du chemin de fer de l'Est, on peut obtenir, à un instant quelconque, la valeur de l'intégrale $\int_0^t II'dt$, qui fait connaître la quantité totale d'énergie qui a traversé le circuit pendant le temps t.

» Le mesureur d'énergie permettra de réaliser facilement des expériences qui présentent d'assez grandes difficultés quand on emploie la méthode ordinaire. Parmi elles, je citerai la mesure de la quantité de chaleur nécessaire pour opérer une décomposition chimique.

» Sa graduation peut être faite soit en calories, soit en kilogrammètres par minute, soit en chevaux-vapeur. Appliqué à une lampe électrique par exemple, il indiquera à chaque instant le travail absorbé par la production de la lumière. Pour le graduer, il faut employer tout le courant qui traverse le circuit principal à chauffer un calorimètre, dont on fera varier la

---

[1] Ce totalisateur diffère de ceux qui sont connus, par l'adjonction d'un mécanisme auquel j'ai donné le nom de *servo-moteur cinématique*, et qui permet à des appareils très délicats de commander avec une extrême précision le mouvement d'organes soumis à des frottements relativement considérables.

résistance. A chacune de ces résistances correspondra un nombre déterminé de calories par minute et une position de l'aiguille de l'instrument. On pourra ainsi déterminer plusieurs points de la graduation du cadran et achever cette graduation par interpolation graphique. Un instrument étalon ainsi gradué avec beaucoup de soin permettra de graduer autant d'instruments que l'on voudra. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur spécifique et la conductibilité des corps.* Note de M. MORISOT, présentée par M. Desains.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la méthode générale et les principaux caractères expérimentaux d'un travail que j'ai commencé sur la chaleur spécifique et la conductibilité des corps.

» Supposons, au milieu d'une enceinte maintenue à 0°, un corps assez bon conducteur pour qu'on puisse l'admettre comme *homotherme*, c'est-à-dire d'égale température en toutes ses parties.

» J'appelle

x cette température;

F la capacité calorifique de ce corps;

ρ la déperdition de chaleur qu'il éprouve en une seconde pour un excès de 1° sur la température ambiante, à cause du rayonnement, du contact de l'air et des supports.

» Dans ce premier corps, j'en introduis un second que je suppose aussi homotherme.

» Soient

y sa température;

C sa capacité calorifique;

ε sa déperdition pour une seconde et pour 1° d'excès par tous les points où il ne touche pas le premier corps;

λ sa déperdition par tous les points où il touche le premier corps (ce sera la conductibilité extérieure).

» L'immersion du second corps dans le premier va faire varier les températures x et y selon les équations différentielles suivantes :

$$-C\frac{dy}{dt} = \lambda(y-x) + \varepsilon y,$$

$$+F\frac{dx}{dt} = \lambda(y-x) - \rho x.$$

» L'intégration donne pour x et y les fonctions que voici :

$$x = \mathrm{M}e^{-mt} + \mathrm{N}e^{-nt},$$
$$y = \mathrm{P}e^{-mt} + \mathrm{Q}e^{-nt}.$$

» L'observation fournira, par la marche des températures, les quantités M, N, P, Q, m, n, avec lesquelles on obtient

$$(1) \qquad \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{F}} = \frac{-\mathrm{MN}}{\mathrm{PQ}},$$

$$(2) \qquad \frac{\lambda}{\mathrm{F}} = \frac{-(n-m)\mathrm{MN}}{\mathrm{MQ}-\mathrm{NP}},$$

$$(3) \qquad \frac{\rho}{\mathrm{F}} = \frac{m\mathrm{M}(\mathrm{Q}-\mathrm{N}) - n\mathrm{N}(\mathrm{P}-\mathrm{M})}{\mathrm{MQ}-\mathrm{NP}},$$

$$(4) \qquad \frac{\varepsilon}{\mathrm{C}} = \frac{m\mathrm{P}(\mathrm{Q}-\mathrm{N}) - n\mathrm{Q}(\mathrm{P}-\mathrm{M})}{\mathrm{MQ}-\mathrm{NP}}.$$

» Une seconde expérience où, F restant constant, C aura été augmenté d'une quantité connue k, donnera

$$(5) \qquad \frac{\mathrm{C}+k}{\mathrm{F}} = \frac{-\mathrm{M}_1\mathrm{N}_1}{\mathrm{P}_1\mathrm{Q}_1}$$

et permettra avec (1) de calculer F et C.

» Si le corps plongé n'est pas homotherme, je le suppose, pour simplifier, de forme cylindrique et remplacé par deux corps concentriques, l'un extérieur, ayant en tous ses points la température z du corps réel à sa surface, l'autre intérieur, de température y convenablement choisie pour que l'ensemble des deux corps remplace le corps réel dans ses effets sur le corps extérieur. Ce second cas, que j'appellerai la *dithermie*, donnera trois équations au lieu de deux. Les calculs seront plus longs, mais non plus compliqués, et fourniront, outre les inconnues physiques du problème précédent, la mesure de la conductibilité intérieure du corps réel.

» Pour se rapprocher des conditions admises dans cette méthode, certaines dispositions expérimentales sont nécessaires.

» 1° Au lieu de noter et d'utiliser seulement les températures initiales et la température dite *finale* ou *stationnaire*, c'est-à-dire le maximum de x, j'ai dû, par des observations suffisamment rapprochées et assez longtemps prolongées, suivre la marche des températures dans le corps qui s'échauffe et dans celui qui se refroidit.

» 2° Au lieu d'observer seulement, comme dans la méthode dite du *refroidissement*, la température des parties centrales du corps chaud, j'ai

dû ajouter, près de la surface, un second thermomètre donnant la température de la zone extérieure.

» J'emploie comme corps s'échauffant, comme calorimètre, un cylindre en laiton recevant, dans une cavité qui le traverse suivant l'axe, le corps immergé. Une autre petite cavité, pratiquée dans la paroi métallique assez épaisse du calorimètre, reçoit, avec un poids connu et très faible d'eau, le réservoir du thermomètre qui donnera la température x. Le calorimètre repose par trois pieds aigus sur le fond en liège d'un cylindre métallique plus grand, noirci intérieurement et entouré de glace fondante.

» Le corps en expérience, liquide ou pulvérulent, est placé dans un tube en verre mince, à fond plat, entrant à frottement très doux dans la cavité centrale du calorimètre. Les deux réservoirs thermométriques sont entièrement entourés par le corps, dont la surface supérieure les dépasse à peine et affleure le bord du calorimètre. Ce corps étant plus chaud de quelques degrés que ce calorimètre, j'opère l'immersion et continue les lectures en les alternant toujours dans le même ordre, de minute en minute, pour chaque thermomètre.

» Avant toute détermination numérique, j'ai voulu contrôler la méthode par quelques résultats dans des cas connus. J'ai, par exemple, pris comme corps chauds des poids déterminés d'eau distillée, en conservant toujours le calorimètre identique. Douze expériences m'ont donné comme résultat moyen :

Calorimètre et son thermomètre réduits en eau............	19^{gr},527
Partie du tube plongée, avec ses deux thermomètres	1,836

» J'ai aussi dressé le Tableau comparatif suivant :

Poids d'eau employé.	Valeur calculée de $\frac{C}{F}$.	Valeur expérimentale de $\frac{MN}{PQ}$ pour chaque cas.
12^{gr},0	0,70853	0,70713 0,70870 0,70604
13,0	0,75975	0,75878 0,75987 0,76467
13,5	0,78536	0,78700
14,0	0,81098	0,81168 0,81248
15,0	0,86220	0,86446 0,85476 0,86356

» Dans une autre série d'expériences, des poids différents de mercure m'ont donné pour la chaleur spécifique de ce corps des nombres présentant au plus un écart de 0,00061.

» Je continuerai ce travail en appliquant la méthode à des corps chimiquement purs, et surtout à des corps mauvais conducteurs, dont je déterminerai la conductibilité. »

CHIMIE. — *Sur les sulfures et séléniures de chrome.* Note de **M. H. Moissan**, présentée par M. Debray.

« On sait que certains oxydes peuvent perdre de la chaleur au moment même où changent leurs propriétés physiques et chimiques sans que leur composition soit en rien altérée. Le fait est connu depuis longtemps. Dans une de ses brillantes leçons sur la Philosophie chimique, M. Dumas, réunissant tous les faits similaires, soulignait ce phénomène en disant : « Lorsqu'on chauffe à un certain degré l'acide antimonieux, le peroxyde de fer, » l'oxyde de chrome et plusieurs autres, ils se contractent, prennent souvent » une couleur plus foncée et acquièrent la propriété d'être bien plus difficilement attaquables par les acides. En même temps leur température s'élève » tout à coup et ils deviennent incandescents » ([1]).

» Pour le sesquioxyde de chrome, la différence ne s'arrête pas là. Si l'on place du sesquioxyde de chrome calciné dans un tube de verre maintenu à la température constante de 440° et traversé par un courant d'hydrogène sulfuré sec, on n'observe, après plusieurs heures d'expérience, aucune variation dans l'état de la poudre employée. La composition et l'aspect du sesquioxyde n'ont en rien changé.

» *Sesquisulfure de chrome.* — Si l'on répète la même expérience avec du sesquioxyde de chrome anhydre, mais non calciné, on obtient une poudre amorphe d'un noir marron dont la composition répond à la formule Cr^2S^3. Cette substance est très difficilement attaquable par les acides, excepté par l'acide azotique et surtout l'eau régale qui la dissolvent en donnant une solution chromique. Chauffée légèrement dans un courant de chlore, elle devient incandescente et se transforme en sesquichlorure de chrome. Calcinée au contact de l'air, elle dégage de l'acide sulfureux et laisse un

([1]) *Leçons sur la Philosophie chimique, professées au Collège de France par M. Dumas*, p. 328.

résidu vert de sesquioxyde; à l'abri de l'air, elle dégage du soufre et fournit un composé moins sulfuré.

» Cette expérience m'a amené à étudier de plus près les sulfures et séléniures de chrome.

» D'après Harten, on obtient aussi le sesquisulfure de chrome en décomposant au rouge le sesquichlorure par l'hydrogène sulfuré. J'ai répété cette préparation et j'ai obtenu le sesquisulfure de chrome, non seulement à la température d'un bon feu de coke, mais encore à la température d'ébullition du soufre, à 440°; seulement, pour que tout le chlorure soit transformé en sulfure, l'expérience doit durer un temps assez long. On obtient ainsi un sulfure en paillettes noires, brillantes, qui ont gardé la forme cristalline du chlorure et qui, par calcination à l'air, se transforment en sesquioxyde, conservant toujours l'apparence nacrée du chlorure qui a servi de point de départ. C'est là un phénomène d'épigénie double bien commun dans les transformations d'oxydes en sulfures.

» *Protosulfure de chrome.* — Lorsque l'on maintient à une haute température, dans un courant d'hydrogène, le sesquisulfure amorphe obtenu par l'une des méthodes précédentes, il se dégage de l'hydrogène sulfuré et du soufre, et il reste une poudre noire qui a la composition du protosulfure CrS. Cette poudre se grille facilement en se transformant en sesquioxyde et, chauffée dans un courant de chlore, elle fournit aussi du sesquichlorure de chrome. Chauffée dans un tube fermé, elle ne dégage point de soufre comme le sesquisulfure. Les acides l'attaquent difficilement.

» On peut préparer aussi le protosulfure de chrome en chauffant à 440° le protochlorure de chrome dans un courant d'hydrogène sulfuré. Il se dégage de l'acide chlorhydrique et il reste dans le tube une matière d'un gris noir, ayant en partie conservé l'aspect micacé du protochlorure et qui a les mêmes propriétés que le protosulfure amorphe obtenu précédemment.

» Ces différents sulfures de chrome peuvent donner des sulfures doubles avec les alcalis. Si l'on projette l'un de ces sulfures dans du sulfure de potassium fondu, on obtient, en reprenant la masse par l'eau, une poudre rouge à aspect cristallin qui n'est stable que dans une solution de sulfure alcalin et que l'eau décompose, en la dédoublant en sulfure de chrome et sulfure alcalin. On n'a pas étudié davantage cette réaction.

» *Sesquiséléniure de chrome.* — On peut l'obtenir conservant la forme cristalline du sesquichlorure en chauffant ce dernier dans un courant d'hydrogène sélénié. C'est une matière noire, ressemblant assez au sulfure correspondant, qui se grille avec la plus grande facilité en laissant un sesquioxyde

de chrome d'une très belle couleur verte. Le sesquiséléniure de chrome amorphe s'obtient en chauffant dans un tube de verre du sesquioxyde de chrome non calciné, au contact de vapeurs de sélénium entraînées par un courant de gaz hydrogène ou azote. C'est une poudre de couleur marron, assez difficilement attaquable par les acides, qui, chauffée dans un tube à l'abri de l'air, abandonne une partie de son sélénium.

» *Protoséléniure de chrome.* — On le prépare comme le protosulfure en chauffant le protochlorure dans l'hydrogène sélénié ou bien en réduisant par l'hydrogène pur le sesquiséléniure obtenu précédemment. Poudre noire se grillant très bien et attaquée facilement par le chlore. »

THERMOCHIMIE. — *Etude thermochimique des sulfures terreux.* Note de M. **P. Sabatier**, présentée par M. Berthelot.

« I. *Sulfure de magnésium* MgS (1). — Le sulfure de magnésium a été préparé par la méthode de M. Fremy, en faisant passer du sulfure de carbone sur de la magnésie pure, chauffée au rouge : la matière obtenue retient une certaine quantité de charbon libre, dont la proportion peut s'élever à 1 ou 2 centièmes. La dissolution dans l'eau froide est trop lente pour se prêter aux mesures calorimétriques. J'ai observé la chaleur dégagée quand on dissout ce corps dans l'acide chlorhydrique étendu, l'hydrogène sulfuré produit restant entièrement dissous.

» Deux expériences ont donné, pour $1^{\text{éq}}$ de sulfure, MgS :

$$+18^{\text{Cal}},8, \quad +19^{\text{Cal}},2,$$

moyenne $+10^{\text{Cal}},9$, à la température de 13°.

» On en déduit facilement, à l'aide des données thermochimiques déjà connues,

$$\text{Mg} + \text{S solide} = \text{MgS dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +36^{\text{Cal}},8.$$

» On peut également en conclure la chaleur dégagée par l'action prolongée de l'eau sur le sulfure, qui est ainsi transformé en magnésie et en acide sulfhydrique dissous :

$$\text{MgS} + 2\text{HO liq.} = \text{MgO,HO} + \text{HS diss. dégage} \ldots\ldots \quad +5^{\text{Cal}},2.$$

» II. *Sulfure d'aluminium* Al^2S^3. — J'ai préparé le sulfure d'aluminium

(1) Dans ma précédente Communication, t. LXXXIX, p. 234, une erreur de calcul a été commise : il faut lire partout $+12^{\text{Cal}},3$ au lieu de $+10^{\text{Cal}},0$.

en faisant agir la vapeur de soufre sur de l'aluminium chauffé au rouge dans une nacelle de charbon. La combinaison se produit avec lumière ; la substance obtenue est jaune, homogène, de structure cristalline.

» Elle est attaquée vivement par l'eau en dégageant de l'hydrogène sulfuré. L'alumine hydratée qui se dépose est mêlée d'un peu de sulfures étrangers, qui proviennent des métaux contenus toujours dans l'aluminium, mais qui demeurent inaltérés.

» J'ai mesuré la chaleur dégagée dans cette réaction. Le sulfure est enfermé dans un tube de verre mince, placé dans l'eau du calorimètre ; une boule à robinet permet d'introduire un poids connu d'eau. L'acide sulfhydrique dégagé circule dans un petit serpentin noyé dans le calorimètre, puis est absorbé dans des volumes connus de solutions titrées d'iode. La variation du titre indique le poids d'hydrogène sulfuré dégagé. A la fin de l'expérience, on balaye le gaz par un courant d'hydrogène ; on tient compte d'ailleurs du gaz dissous dans l'eau du petit tube.

» Quatre expériences ont donné, pour $1^{\text{éq}}$ de sulfure Al^2S^3,

$$+37^{\text{Cal}},13, \quad +36^{\text{Cal}},4, \quad +36^{\text{Cal}},77, \quad +37^{\text{Cal}},7,$$

moyenne $+37^{\text{Cal}},0$, à la température de $12°$.

» On en déduit facilement la chaleur de formation du sulfure :

$$Al^2 + S^3 \text{ solide} = Al^2S^3 \text{ dégage} \ldots\ldots \quad +62^{\text{Cal}},2.$$

» III. *Sulfure de silicium* SiS^2. — J'ai obtenu ce sulfure par l'action du sulfure de carbone sur la silice chauffée au rouge. On a de longues aiguilles soyeuses, qui sont vivement détruites par l'eau. Le rendement étant toujours assez faible, j'ai tenté de préparer le sulfure en chauffant au rouge du silicium cristallisé dans un courant d'acide sulfhydrique. On trouve, dans les parties froides du tube, outre les aiguilles blanches signalées plus haut, une matière brune ou jaunâtre assez abondante, qui paraît être un mélange de sulfure SiS^2 et de silicium amorphe ; on constate d'ailleurs la présence d'une certaine quantité de silicium cristallisé, déposé en longues aiguilles sur la paroi du tube. Cela s'explique aisément si l'on admet qu'à haute température il se forme un sous-sulfure de silicium volatil qui se détruit, à une température plus basse, en sulfure SiS^2 et silicium.

» La chaleur dégagée par l'action de l'eau a été étudiée comme pour le sulfure d'aluminium. Trois expériences ont donné, pour $1^{\text{éq}}$ de sulfure SiS^2,

$$+19^{\text{Cal}},64, \quad +19^{\text{Cal}},05, \quad +19^{\text{Cal}},7,$$

moyenne $+19^{\text{Cal}},4$, à la température de $9°,5$.

» La silice formée reste en partie dissoute. Si l'on néglige la chaleur de dissolution de la silice hydratée, chaleur non mesurée, mais qui paraît très faible, on déduit aisément la chaleur de formation du sulfure :

$$\text{Si amorphe} + S^2 \text{ solide} = \text{Si}S^2 \text{ dégage} \ldots\ldots \quad + 20^{\text{Cal}},2,$$

quantité de chaleur bien inférieure à celle de la formation de l'oxyde [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide oxalique cristallisé*. Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. Berthelot.

« L'acide oxalique cristallisé $C^4H^2O^8,4HO$ perd, comme on le sait, son eau de cristallisation, soit par une dessiccation à l'étuve, soit par sublimation; mais l'acide oxalique normal $C^4H^2O^8$ n'est pas connu sous la forme de cristaux définis.

» J'ai réussi à l'obtenir en très beaux cristaux, en dissolvant à chaud dans de l'acide sulfurique concentré de petites quantités d'acide oxalique ordinaire, soit 1 partie environ d'acide oxalique dans 12 parties d'acide sulfurique. La solution laisse déposer, au bout de quelques jours, quelquefois au bout de plusieurs mois, des octaèdres dont la composition répond à la formule $C^4H^2O^8$. J'ai vérifié cette composition par un titrage acidimétrique et un dosage par le permanganate de potasse.

» Ces cristaux sont volumineux et possèdent une transparence remarquable. Ce sont des octaèdres droits à base rhombe, modifiés en général par la face p du prisme primitif, avec un clivage parallèle à cette face. Ils présentent quelquefois aussi la face m. Les angles des faces b^1 ont été trouvés égaux à 99°30′ pour les arêtes de la base et à 107°30′ et 121° (calculé 121°32′) pour les arêtes culminantes. L'angle pb^1 a été trouvé égal à 49° (calculé 49°15′).

» On sait que l'acide oxalique ordinaire (hydraté) cristallise en prismes clinorhombiques.

» Ces cristaux, retirés de l'acide sulfurique où ils se sont formés et exposés à l'air, perdent immédiatement leur transparence et s'effleurissent rapidement en absorbant de l'eau. J'ai constaté qu'ils reprennent ainsi exactement 4 équivalents d'eau. Cette efflorescence se fait d'une façon remarquable. Un sillon se produit au début suivant chacune des arêtes de l'octaèdre, et le cristal se sépare ainsi en huit tétraèdres effleuris, avant de se déliter complètement.

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

» L'acide oxalique $C^4H^2O^8$ est presque aussi avide d'eau que l'acide sulfurique, et ce dernier peut lui céder de l'eau à partir d'une très faible dilution : aussi n'obtient-on que des cristaux hydratés si l'on dissout l'acide oxalique ordinaire dans de l'acide sulfurique contenant de très petites quantités d'eau. On n'obtient encore, du moins au début, que des cristaux hydratés quand on dissout de fortes proportions d'acide oxalique ordinaire dans l'acide sulfurique concentré [1]; et cela s'explique de même.

» Ces propriétés déshydratantes de l'acide oxalique pourraient, peut-être, être utilisées dans certains cas. »

CHIMIE. — *Sur les acides amidés de l'acide α-oxycaproïque.* Note de M. E. **Duvillier**, présentée par M. Wurtz.

« *Acide méthylamido-α-caproïque*

$$CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH(AzH.CH^3)\text{-}CO^2H.$$

Cet acide s'obtient en faisant réagir en vase clos, à 100°, pendant dix heures environ, de l'acide α-bromocaproïque (1^{mol}) sur une solution aqueuse de méthylamine (2^{mol} à 3^{mol}); il se forme du bromhydrate de méthylamine et de l'acide méthylamido-α-caproïque. La réaction terminée, on fait bouillir le produit avec de la baryte, de manière à décomposer le bromhydrate de méthylamine. On précipite ensuite exactement tout le baryum par l'acide sulfurique, puis on traite la liqueur par le carbonate d'argent, de manière à mettre l'acide amidé en liberté. On précipite ensuite par l'hydrogène sulfuré un peu d'argent dissous, puis on évapore jusqu'à pellicule. Une partie de l'acide amidé se dépose; on le sépare par pression. Les eaux mères renferment encore une certaine quantité de ce produit, qu'on extrait en le traitant par l'alcool, puis par l'éther. On purifie l'acide méthylamido-α-caproïque en le faisant cristalliser plusieurs fois dans l'alcool et finalement en lavant le produit avec de l'éther.

» L'acide méthylamido-α-caproïque est un corps blanc, cristallin, doux au toucher. Il est assez soluble dans l'eau. A 11°, une partie de cet acide se

(1) Dans ce cas l'on peut obtenir deux cristallisations successives, l'une d'acide oxalique ordinaire, qui se forme à la partie supérieure du liquide, l'autre d'acide oxalique octaédrique, qui se forme à la partie inférieure, la densité de ce dernier étant plus grande que celle de l'acide sulfurique, tandis que celle du premier est plus faible, et la seconde cristallisation ne commence qu'après que la première est terminée.

dissout dans 9,8 parties d'eau; il est beaucoup plus soluble dans l'eau bouillante, d'où il se dépose par refroidissement en houppes d'aiguilles soyeuses rayonnées. Il est peu soluble dans l'alcool froid. A 13°, une partie de cet acide exige pour se dissoudre 43,7 parties d'alcool à 94 pour 100; mais il est beaucoup plus soluble dans l'alcool bouillant, qui le laisse cristalliser par refroidissement sous forme de paillettes nacrées. Il est insoluble dans l'éther.

» La solution aqueuse d'acide méthylamido-α-caproïque est neutre et possède une saveur amère.

» Cet acide peut être chauffé à 110° sans s'altérer; mais, plus fortement chauffé, il se volatilise sans fondre et sans noircir et se condense sous la forme d'une poudre très légère; cependant il s'altère et dégage des vapeurs ammoniacales.

» L'acide méthylamido-α-caproïque ne trouble pas le nitrate d'argent, même à l'ébullition : il en est de même du nitrate mercureux.

» Le perchlorure de fer donne avec la solution de cet acide une coloration rouge intense à froid. A l'ébullition, il se forme un précipité brun jaunâtre.

» Cet acide amidé fournit un chlorhydrate cristallisant en feuillets transparents. Ce sel est anhydre, très soluble dans l'eau et l'alcool, insoluble dans l'éther.

» Le chloroplatinate s'obtient en cristaux orangés groupés. Ce sel est excessivement soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool et peu soluble dans l'éther.

» Le chloro-aurate cristallise difficilement.

» Le sulfate forme une masse pâteuse. Il est très soluble dans l'eau et l'alcool, et insoluble dans l'éther.

» Cet acide fournit avec l'oxyde cuivrique un sel doué d'une belle couleur bleu tendre, moins foncée que celle du sulfate de cuivre ammoniacal; ce sel renferme 2^{mol} d'eau de cristallisation, qu'il perd à 110°.

» *Acide éthylamido-α-caproïque*

$$CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH,(AzH,C^2H^5)\text{-}CO^2H.$$

Cet acide s'obtient exactement comme l'acide méthylamido-α-caproïque.

» L'acide éthylamido-α-caproïque obtenu par cristallisation dans l'alcool est un corps blanc, cristallin, doux au toucher.

» Cet acide se dissout lentement dans l'eau, car il est mouillé difficile-

ment par ce liquide. A 15°, une partie de cet acide se dissout dans 9,3 parties d'eau; il n'est pas beaucoup plus soluble dans l'eau bouillante.

» Cet acide est peu soluble dans l'alcool froid. A 13°, une partie de cet acide exige 63,5 parties d'alcool à 94 pour 100 pour se dissoudre; mais il se dissout beaucoup plus facilement dans l'alcool bouillant, qui l'abandonne par refroidissement sous forme de petites paillettes nacrées très légères. Il est insoluble dans l'éther.

» La solution aqueuse de cet acide amidé est neutre et possède une saveur amère.

» Cette solution ne trouble le nitrate d'argent ni à froid, ni à l'ébullition, même après addition d'une goutte d'ammoniaque.

» Le nitrate mercureux n'est troublé ni à froid ni à chaud.

» Le perchlorure de fer donne une coloration rouge intense à froid; à l'ébullition, il se forme un précipité brun jaunâtre.

» Enfin, l'acide éthylamido-α-caproïque peut être chauffé à 110° sans s'altérer; mais, plus fortement chauffé, il se sublime sans fondre et sans noircir et se condense sous la forme d'une poudre très légère; cependant il s'altère, dégage des vapeurs ammoniacales et répand une odeur particulière.

» Le chlorhydrate de cet acide amidé est difficilement cristallisable; il est très soluble dans l'eau et dans l'alcool, il est insoluble dans l'éther.

» Le chloroplatinate se présente en prismes orangés; il est très soluble dans l'eau, assez soluble dans l'alcool et peu soluble dans l'éther.

» Le sulfate est sirupeux, très soluble dans l'eau et dans l'alcool absolu, insoluble dans l'éther.

» Le sel de cuivre de cet acide amidé se présente en écailles cristallines, d'une couleur lie de vin; il est très peu soluble dans l'eau, qui n'en dissout, à la température ordinaire, que de 8^{gr} à 10^{gr} par litre; il n'est guère plus soluble à chaud qu'à froid; il ne renferme pas d'eau de cristallisation; sa solution est d'un très beau bleu. Il est soluble dans l'alcool. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Rapport entre le sucre et les matières minérales et azotées dans les betteraves normales et montées à graine.* Note de M. **H. Pellet.**

« Dès 1876 MM. Champion et Pellet ont montré que, dans la betterave totale (racine et feuille), il y avait, pour 100^{kg} de sucre, $14^{kg},30$ de ma-

tières minérales, déduction faite de l'acide carbonique, et 2kg à 3kg,38 d'azote.

» Nous avons continué nos recherches durant la dernière campagne sucrière 1879-1880, et nous avons opéré sur des betteraves recueillies à Alt-Jaüer (Silésie). Nous avons également analysé des *betteraves montées à graine* dès la première année de végétation.

» Le Tableau ci-dessous résume nos analyses :

	BETTERAVES NORMALES.				TOTAL des matières rapportées à 100kg de sucre.	BETTERAVES MONTÉES A GRAINE.				TOTAL des matières rapportées à 100kg de sucre.
	COMPOSITION des cendres.		QUANTITÉS DE MATIÈRES rapportées à 100kg de sucre dans les			COMPOSITION des cendres.		QUANTITÉS DE MATIÈRES rapportées à 100kg de sucre dans les		
	Racines	Feuilles	racines	feuilles		Racines	Feuilles	racines	feuilles	
Matières insolubles	9,83	12,04	0,65	1,154	1,804	13,33	7,37	0,93	1,817	2,747
Acide carbonique	11,20	13,50	0,74	1,295	2,035	15,00	11,60	1,01	2,912	3,922
Acide sulfurique	5,38	6,86	0,36	0.655	1,015	4,00	6,00	0,26	1,513	1,773
Acide phosphorique	13,90	2,40	0,92	0,238	1,158	10,60	3,60	0,74	0,874	1,614
Chlore	2,50	5,25	0,16	0,327	0,487	2,08	3,75	0,13	0,950	1,080
Chaux	7,44	13,80	0,50	1,313	1,813	6,72	10,70	0,45	2,686	3,136
Magnésie	8,52	9,20	0,56	0,886	1,446	10,30	9,20	0,69	5,401	6,091
Potasse	29,80	15,55	1,99	1,105	3,095	27,20	17,60	1,84	1,415	3,255
Soude	11,99	22,58	0,80	2,675	3,475	11,25	31,02	0,75	7,821	8,571
	100,56	101,18	6,680	9,648	16,328	100,48	100,84	6,80	25,389	32,189
A déduire oxygène pour le chlore	0,56	1,18	0,036	0,073	0,109	0,48	0,84	0,03	0,330	0,360
	100,00	100,00	6,644	9,575	16,219	100,00	100,00	6,77	25,389	31,829
	Azote pour 100 matière sèche.	Azote pour 100 matière sèche.	Azote pour 100 de sucre.	Azote pour 100 de sucre.	Azote pour 100 de sucre végétal complet	Azote pour 100 matière sèche.	Azote pour 100 matière sèche.	Azote pour 100 de sucre.	Azote pour 100 de sucre.	Azote total pour 100 de sucre végétal complet.
	0,500	0,714	0,605	0,255	0,860	0,236	0,524	0,321	0,762	1,08
	Pour 100 matière normale	Pour 100 matière normale				Pour 100 matière normale	Pour 100 matière normale			
	0,083	0,035				0,403	0,110			

» On déduit de ce Tableau, comparé avec les chiffres précédemment indiqués par MM. Champion et Pellet, que, pour 100kg de sucre dans la betterave normale et mûre (végétal complet, racines et feuilles) :

» 1° Il y a un rapport constant entre le sucre et l'acide phosphorique.

» 2° La chaux et la magnésie varient dans de faibles limites.

» 3° Il y a de grandes variations entre la potasse et la soude, mais, l'une augmentant, l'autre diminue.

» 4° Cette substitution des alcalis n'a pas lieu poids pour poids, mais suivant les lois des équivalents, de telle sorte que la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour saturer toutes les bases est à peu près la même.

» 5° Les racines de Silésie ont beaucoup plus de soude que les racines françaises.

» 6° Dans les cendres des racines allemandes, il y a moins de chlore, mais plus d'acide sulfurique que dans les cendres des betteraves françaises.

» 7° L'azote existe dans les racines allemandes en bien plus faible proportion que dans les betteraves recueillies en France, ce qui fait penser qu'on peut diminuer l'azote dans les fumures des terres à la culture de la betterave.

» 8° Les matières minérales principales étant absorbées par la betterave complète d'une manière identique pour 100^{kg} de sucre, on peut calculer l'importance de chacune d'elles par rapport au sucre.

» Ainsi 1^{kg} d'acide phosphorique correspond à près de 100^{kg} de sucre.
» 1^{kg} de magnésie correspond à près de 75^{kg} de sucre.
» 1^{kg} de chaux correspond à près de 60^{kg} de sucre.
» 1^{kg} de potasse, suivant les cas, correspond à 18^{kg} ou 33^{kg} de sucre.
» 1^{kg} de soude correspond à 28^{kg} ou 66^{kg} de sucre.
» 1^{kg} de potasse et de soude ensemble correspond à 15^{kg} de sucre.
» 1^{kg} d'azote, suivant les cas, correspond à 115^{kg} ou à 30^{kg} de sucre.

» Par conséquent, vu la fixité du rapport des trois premières matières minérales, on déduit que l'ordre d'utilité de ces substances dans les fumiers est le suivant : 1° acide phosphorique ; 2° magnésie ; 3° chaux. Viennent ensuite la potasse et la soude, et enfin l'azote. Donc, avant tout, pour produire du sucre il faut de l'acide phosphorique.

» 9° Le rapport entre le sucre et l'acide phosphorique a été vérifié par divers chimistes.

» M. Pagnoul a trouvé :

	kg
1° Acide phosphorique pour 100^{kg} de sucre..........	0,97
2° » »	1,02

» M. Barbet a trouvé :

1° Acide phosphorique pour 100^{kg} de sucre..........	1,28
2° » »	1,15
D'après les Tables de Wolf, on calcule..........	1,28
Moyenne..........	1,14

» D'un autre côté,

Nous avions indiqué, en 1876	1,19
Nous avons retrouvé en 1878	1,158
Moyenne	1,17

» 10° La magnésie dans la racine seule est en proportion de l'acide phosphorique pour former le pyrophosphate de magnésie. On doit donc supposer que dans la racine tout l'acide phosphorique existe à l'état de phosphate ammoniacomagnésien, ainsi que M. Peligot l'a montré. Dans d'autres racines, nous avons encore reconnu ce rapport de pyrophosphate de magnésie, et par suite le phosphate ammoniaco-magnésien.

» 11° Sachant ce que la betterave absorbe à la terre pour 100^{kg} de sucre et l'ordre d'utilité des éléments minéraux et azotés, il est facile d'en déduire des formules d'engrais pour produire jusqu'à 10000^{kg} de sucre à l'hectare. Nous devons dire que les formules calculées d'après nos recherches se rapprochent beaucoup de celles qui ont été indiquées il y a plus de quinze ans, par M. G. Ville, pour la betterave, formules déduites de la pratique.

» En appliquant des recherches analogues aux autres végétaux, vigne, blé, etc., etc., on arriverait certainement à des améliorations considérables sous le rapport de la culture, du rendement, etc., etc.

» Nous dirons de suite que, pour la betterave, plus elle est riche, moins elle contient de sels, mais plus il y en a dans les feuilles et plus les feuilles sont chargées de cendres, ainsi que l'a montré M. Peligot; cependant, si les feuilles sont laissées sur le sol, on restitue à ce dernier proportionnellement plus de substances minérales. En résumé, par 100^{kg} de sucre, on épuise moins le sol lorsque les betteraves ont une richesse saccharine élevée.

» Si l'on compare la betterave normale à la betterave montée à graine, dès la première année on voit que la différence existe principalement dans les feuilles et les tiges de la racine montée, car, comme richesse et comme quantité de substances rapportées à 100^{kg} de sucre, on observe peu de différence. On voit aussi combien la betterave montée à graine a besoin de substances minérales, soit près de trois fois plus dans les tiges et plus du double dans le végétal complet pour 100^{kg} de sucre. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur quelques altérations des capsules surrénales.* Note de M. **Bochefontaine**, présentée par M. Vulpian [1].

« Il y a une dizaine d'années, l'examen nécropsique de plus de cent aliénés, âgés de quarante ans au moins, et morts pour la plupart en état de démence paralytique, m'a montré, dans la majorité des cas, un ramollissement plus ou moins complet de la substance médullaire des capsules surrénales. Ce ramollissement occupait l'une ou l'autre capsule, quelquefois toutes les deux, et s'étendait, chez quelques déments, à la substance corticale en même temps qu'à la substance médullaire. Parfois la substance médullo-capsulaire était à l'état de bouillie plus ou moins fluide, constituée dans quelques cas par une matière sanguinolente semée ou non de détritus jaunâtres. Cependant aucun des malades n'avait présenté, pendant la vie, de coloration bronzée de la peau.

» Ces faits démontrent, ce qui est du reste généralement admis aujourd'hui, que le ramollissement des capsules surrénales ne détermine pas la maladie d'Addison; mais ils ne pourraient être invoqués pour établir qu'il y a un rapport nécessaire entre les lésions médullaires des capsules surrénales et les maladies mentales, notamment la méningo-encéphalite chronique diffuse, car il faudrait prouver auparavant qu'ils ne se présentent pas chez les individus morts de diverses maladies autres que les affections mentales. Or, les recherches récentes que je viens communiquer à l'Académie des Sciences conduisent à une conclusion contraire.

» Cette recherche a été entreprise au laboratoire de clinique de l'Hôtel-Dieu, sur cinquante-deux adultes de tout âge, morts depuis la fin de décembre dernier, dans les services de clinique de l'Hôtel-Dieu, de pneumonie, de pleurésie, de fièvre typhoïde, de tuberculose, d'affections cardiaques, de cirrhose hépatique, de cancer de l'estomac, du foie, des poumons, du pancréas, de néphrite parenchymateuse, d'abcès du cervelet, d'embolie pulmonaire graisseuse, d'infection purulente, d'étranglement herniaire, etc. Presque tous les sujets âgés de moins de quarante ans ont offert des capsules normales, tandis que ceux qui avaient dépassé la quarantaine présentaient pour la plupart des capsules altérées, comme les aliénés.

» Le ramollissement de la substance centrale des capsules n'est donc

---

[1] Travail du laboratoire de l'Hôtel-Dieu.

pas une lésion spéciale aux maladies mentales; il ne peut cependant pas être considéré comme un phénomène de sénilité. On doit conclure seulement que le ramollissement cadavérique des capsules se produit plus facilement chez les individus avancés en âge.

» Sur les cinquante-deux sujets examinés au laboratoire de clinique de l'Hôtel-Dieu, j'ai étudié un autre point de l'histoire des capsules surrénales : le rapport qui pourrait exister entre les lésions de la substance capsulaire centrale et la présence de la matière chromatogène devenant rose, signalée il y a vingt-trois ans par M. Vulpian dans la substance médullaire des capsules.

» Cette recherche établit qu'il n'y a pas de rapport entre le ramollissement de la substance médullo-capsulaire et la matière chromatogène rouge, même dans le ramollissement hémorrhagique de la substance centrale, comme je l'ai vu dans deux cas de pneumonie gangréneuse hémorrhagique.

» Les différentes maladies qui viennent d'être mentionnées, à l'exception de la maladie de Bright, n'entraîneraient pas la destruction de la matière chromogène rouge. Dans quatre cas de néphrite parenchymateuse, en effet, on n'a pu obtenir la réaction rouge des capsules surrénales. Dans deux cas de dégénération graisseuse de la substance corticale du rein, le même résultat négatif a été obtenu : sur deux sujets, la substance centrale offrait des tubercules miliaires, et elle a donné la réaction rose normale.

» Il ne faudrait pas conclure pourtant que la matière chromatogène des capsules surrénales dépend absolument du rein, parce que, ainsi que je l'ai constaté, un rein peut manquer, tandis que les deux capsules surrénales existent et renferment la matière colorante rouge caractéristique.

» Cette matière colorante n'est pas aussi considérable chez l'homme que chez les animaux; elle n'est pas plus abondante chez l'homme sain, décapité depuis cinq ou six heures, que chez le malade dont la nécropsie est faite vingt-quatre heures au moins après la mort.

» Dans beaucoup de cas de ramollissement des capsules, la décoction de la bouillie médullo-capsulaire a donné une couleur noire qui a peut-être des rapports avec la substance signalée dans la substance médullaire du cheval et du bœuf par M. G. Colin, substance qui devient noirâtre au contact du cyanure ferrico-potassique. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction simultanée de l'orthose et du quartz.* Note de M. P. **Hautefeuille**, présentée par M. Daubrée.

« Les tungstates et les vanadates alcalins m'ayant permis de préciser les conditions dans lesquelles les reproductions des feldspaths, du quartz et de la tridymite peuvent être tentées par la voie sèche, j'ai cherché à remplacer ces sels par les phosphates, dont la présence a été signalée dans tous les granites.

» Les phosphates les plus variés font cristalliser la silice. Comme avec le sel de phosphore déjà employé par G. Rose, les cristaux obtenus possèdent la densité et les formes de la tridymite.

» Les phosphates de soude et de potasse minéralisent les silico-aluminates. Le silico-aluminate de potasse, en particulier, cristallise par dissolution apparente, vers 1000°, sous les formes propres à l'orthose adulaire.

» La reproduction simultanée du quartz et de l'orthose ne peut être réalisée avec aucun phosphate pur, parce que ce n'est qu'à une température capable de détruire le quartz que les phosphates deviennent des agents minéralisateurs pour la silice; mais l'addition d'une substance fluorée à un mélange qui fournirait à très haute température de la tridymite et de l'orthose abaisse la température des réactions qui président à ces cristallisations et permet de préparer des cristaux de quartz associés à des cristaux feldspathiques.

» Le quartz obtenu dans ces conditions rappelle le quartz des pegmatites graphiques. Les faces les plus développées répondent aux symboles e^2, p et $e^{\frac{1}{2}}$. Les stries des pans du prisme sont très accusées et passent à de véritables cannelures transversales.

» L'orthose présente un aspect fritté ou pierreux. Les cristaux sont généralement maclés suivant la loi de Carlsbad, comme ceux que l'on rencontre dans les trachytes. Quelques-uns rappellent l'adulaire et sont implantés sur les parois de vacuoles formées de petits cristaux de quartz et d'orthose vitreux adhérents entre eux; ils ressemblent alors aux cristaux trouvés dans les fours à cuivre de Sangershausen.

» Les conditions inconnues de la production de l'orthose sur les briques des fours métallurgiques ont pu être différentes de celles que je viens de faire connaître; mais les faits que j'ai constatés conduisent à penser que les fluophosphates alcalins volatilisés et entraînés avec les gaz de ces fours, en

séjournant dans des anfractuosités maintenues à 700° ou 800°, ont pu former des cristaux feldspathiques aux dépens de l'alumine et de la silice des parois. Ce n'est pas là une pure conjecture, car j'ai obtenu des cristaux déterminables en cherchant à rapprocher de ces conditions les expériences synthétiques. Dans ce but, un phosphate de potasse acide, préalablement fondu avec de la silice et de l'alumine, a été introduit dans un tube en verre de Bohême avec de la silice additionnée de $\frac{1}{10}$ de son poids de fluosilicate de potasse. On a ajouté quelques fragments de porcelaine, puis on a fait le vide et fermé le tube à la lampe. Chauffé à 700°, ce tube de verre, quoique peu fusible, s'aplatit sous la pression atmosphérique, ce qui incorpore la silice et le fluosilicate au phosphate ramolli et en répartit le contenu en plusieurs cavités distinctes communiquant difficilement entre elles. Cet effet obtenu, la pointe effilée du tube a été brisée, afin de limiter le boursouflement que tend à produire le dégagement lent, mais continu, de fluorure de silicium. L'action combinée de ce fluorure et du phosphate détermine à la longue, à une température comprise entre 700° et 800°, une cristallisation, non seulement dans les parties du tube qui contiennent le mélange pâteux, mais aussi sur les fragments de porcelaine, bien que le phosphate acide ne forme à leur surface qu'un léger vernis. Les cristaux adhérents à la porcelaine reproduisent avec tous leurs caractères les cristaux d'orthose accidentellement formés dans les fours à cuivre, et, comme ceux de Sangershausen, on pourrait croire qu'ils ont pris naissance par volatilisation. Il faut même s'attendre à rencontrer du quartz à côté de l'orthose sur des briques très siliceuses de quelques foyers métallurgiques, car, dans l'expérience que je viens de citer, les parties du tube de verre contenant beaucoup de silice renfermaient des cristaux de cette espèce.

» Les phosphates employés concurremment avec les fluorures permettent donc de reproduire des minéraux appartenant à des espèces différentes, non seulement séparés, mais associés entre eux comme ils le sont dans leurs gisements habituels. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un tremblement de terre ressenti à Poitiers et dans les environs, le 22 mars 1880.* Lettre de M. DE **TOUCHIMBERT** à M. Hervé Mangon.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les observations que j'ai pu recueillir au sujet du tremblement de terre qui s'est fait sentir à Poitiers et en divers autres points du département de la Vienne.

» Le 22 mars 1880, à $6^h 5^m$ du soir, une secousse de tremblement de terre, dont la durée n'a pas atteint deux secondes, a été ressentie dans le département de la Vienne.

» Le temps était absolument beau, le ciel très pur; le vent, de force moyenne, soufflait du nord-est. Le baromètre accusait une pression de 764^{mm}. La température oscillait entre 9° et 10° au-dessus de zéro. Enfin l'aiguille aimantée, suspendue à un fil de cocon sans torsion, s'agitait faiblement sous un écart de 1°.

» A Poitiers, le mouvement n'a pas présenté les effets d'oscillation ou de trépidation. Le bruit produit a été comparable à celui d'un pan de mur qui vient à s'effondrer tout d'une pièce. La direction du nord-est était parfaitement indiquée.

» Ce tremblement de terre a été ressenti sur tout le sol de notre ville. Plusieurs personnes ont perdu l'équilibre, ce qui indiquerait un mouvement oscillatoire ou de trépidation.

» A Jaulnay, le phénomène a été constaté à la même heure, et l'on a observé que les meubles et les batteries de cuisine remuaient sur place. Il en a été de même à Neuville.

» A Celle-l'Évescault, la secousse a été très forte; les fers suspendus au plafond de la boutique d'un maréchal se sont entre-choqués.

» Ces dernières localités sont peu distantes de Poitiers; mais, à Châtellerault, à Saint-Gervais-les-Trois-Clochers, sur la limite du département touchant à celui d'Indre-et-Loire, la secousse a été très forte; les vitres des appartements tremblèrent et les meubles furent déplacés.

» Ce tremblement de terre n'aurait-il été ressenti que dans le département de la Vienne? »

M. L. Bourguet adresse le projet d'une disposition qui permettrait de rendre sensible à un nombreux auditoire le déplacement du pendule de Foucault.

M. Fr. Michel appelle l'attention de l'Académie sur le moyen qu'il a soumis à son jugement, en 1869, pour prévenir les accidents causés aux navires par la rencontre de masses de glace flottantes.

M. Chasles présente, de la part de M. le prince Boncompagni, le *Bullettino* de novembre 1879. Ce cahier renferme six pièces, toutes intéressantes : 1° un article fort étendu de M. Antonio Favaro sur les nouvelles découvertes de M. le professeur Curtze, relatives aux travaux de Copernic et aux matériaux de provenance étrangère qu'il utilisa pour l'établissement de sa doctrine astronomique ; 2° un article de M. Boncompagni, relatif à deux écrits d'Euler, l'un intitulé *Recherches sur une nouvelle espèce de quarrés magiques*, l'autre, présenté à l'Académie de Saint-Pétersbourg, contenant une observation signalée par Fuss dans le post-scriptum d'une Lettre d'Euler à Condorcet; 3° un court article de M. A. Genocchi, relatif au cinquième postulatum d'Euclide; 4° une Note de M. le Dr S. Günther, traduite de l'allemand en italien par M. le Dr Alf. Sparagna, sur les *covariants et con-*

travariants des fonctions homogènes du P. Giacomo Faglini, de Rome; 5° la traduction du danois en français, par M. Zeuthen, d'une Notice de M. Camille Tychsen sur Lagrange; 6° enfin une importante Notice d'un jeune et savant Suédois, M. Gustave Eneström, de Stockholm, sur les Lettres inédites de Joseph-Louis Lagrange publiées par M. Boncompagni; cette Notice, qui a paru dans le *Journal de Mathématiques* de M. Zeuthen, de Copenhague, se trouve ici traduite du danois par MM. Léouzon Le Duc et Aristide Marre.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

DATES. (1)	Température de l'air sous l'ancien abri. Minima. (2)	Maxima. (3)	Moyenne. (4)	Moyenne des 24 heures (nouvel abri). (5)	Température du sol à la surface du gazon. Minima. (6)	Maxima. (7)	Moyenne. (8)	Moyenne des 5 observ. trihoraires de jour. (9)	à la profondeur de 0m,30 (à midi). (10)	ACTINOMÈTRE. (11)	UDOMÈTRE. (12)	Eau de la terre sans abri. Total en millimètres. (13)	Évaporation en millimètres. (14)	ÉVAPORATION DE L'EAU PURE. (15)	Électricité atmosphérique (abstraction faite du signe). (16)	Pour 100mc d'air. Ozone en milligrammes. (17)	Acide carbonique en litres. (18)	Azote ammoniacal en milligr. (19)	Azote organique en milligr. (20)
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	d	mm	mm	mm	mm	D	mg	l	mg	mg
1	6,9	9,5	8,2	7,6	6,0	12,6	9,3	7,9	5,6	6,6	1,4	56,6	2,1	2,3	26	0,3	29,5	1,7	0,4
2	2,9	12,5	7,7	7,6	1,6	16,1	8,9	9,1	5,5	31,7	1,7	54,6	3,8	4,5	34	0,9	29,8	1,6	0,3
3	7,0	13,0	10,0	10,4	6,6	15,2	10,9	10,8	5,9	14,3	0,9	52,4	3,1	3,7	22	0,8	30,3	1,7	0,4
4	8,9	14,9	11,9	12,2	10,0	22,4	16,2	13,5	7,2	23,0	1,2	50,5	3,1	3,4	37	0,3	29,2	1,8	0,3
5	10,5	15,1	12,8	12,4	9,7	21,5	15,6	13,7	8,0	15,4	.	48,5	1,9	3,4	39	0,3	29,2	2,0	0,4
6	9,0	16,8	12,9	11,2	8,0	24,0	16,0	14,7	8,3	33,4	.	47,5	1,1	2,9	36	.	.	.	.
7	2,3	13,9	8,1	9,0	1,8	20,3	11,1	11,5	8,6	21,7	.	46,6	0,9	1,4	46	0,4	29,4	1,7	0,3
8	6,6	14,4	10,5	10,6	3,2	22,8	13,0	12,3	8,3	21,0	.	45,5	1,1	1,7	36	.	.	.	.
9	5,0	20,1	12,6	12,3	1,8	26,2	14,0	15,3	8,3	36,8	.	44,6	0,9	2,5	37	0,5	29,8	1,7	0,3
10	6,5	20,7	13,6	13,4	4,2	27,3	15,8	16,5	8,8	39,2	.	43,4	1,2	4,9	34	0,4	29,8	1,3	0,3
11	6,1	22,5	14,3	13,9	2,8	29,8	16,3	17,8	9,1	37,5	.	42,8	0,6	3,1	38	0,4	30,8	2,0	0,4
12	6,5	20,5	13,5	13,2	3,4	27,7	15,6	15,7	9,5	31,8	.	42,2	0,6	2,4	33	0,5	28,8	2,0	.
13	7,7	18,9	13,3	12,6	5,5	23,6	14,6	14,5	9,7	20,3	.	41,7	0,5	2,1	36	0,5	28,3	2,0	0,4
14	5,9	16,9	11,4	11,1	3,6	23,6	13,6	13,1	9,7	20,7	0,0	41,2	0,5	2,5	55	0,2	30,3	2,4	0,6
15	6,4	12,2	9,3	8,5	5,9	19,5	12,7	11,2	9,6	22,2	0,0	41,0	0,2	3,0	31	0,3	31,4	1,8	0,4
16	3,1	17,2	10,2	9,1	0,8	24,8	12,8	12,0	9,0	24,3	.	40,7	0,3	2,0	30	0,2	28,8	1,6	0,5
17	5,9	15,6	10,8	9,7	3,3	23,8	13,6	14,2	9,1	42,6	.	40,1	0,6	3,4	32	0,3	27,3	2,2	0,6
18	2,5	15,9	9,2	9,0	0,4	22,2	11,3	13,3	8,9	48,3	.	39,6	0,5	5,7	41	1,1	26,9	2,8	0,7
19	3,0	16,3	9,7	9,3	0,8	23,8	12,3	13,5	8,5	48,4	.	39,3	0,3	5,2	44	0,6	26,6	1,8	0,6
20	0,1	18,5	9,3	8,6	− 2,3	26,8	12,3	14,9	8,3	46,5	.	38,8	0,5	5,2	38	0,4	26,6	2,0	0,7
21	1,4	10,7	6,1	6,0	1,0	18,4	9,7	9,0	8,3	48,2	.	38,6	0,3	5,6	32	0,6	26,2	1,8	0,7
22	0,1	11,2	5,7	5,5	− 1,0	20,3	9,7	9,1	7,8	47,5	.	38,3	0,2	5,2	42	0,6	26,1	2,0	0,9
23	− 0,3	11,3	5,5	5,7	− 1,8	19,3	8,8	9,5	7,5	48,6	.	38,1	0,2	4,0	48	0,1	25,6	1,8	0,4
24	1,3	18,6	10,0	9,6	− 2,9	29,5	13,3	15,1	7,5	46,9	.	37,8	0,3	4,3	45	0,3	24,9	2,4	0,5
25	3,4	20,0	11,7	10,6	− 0,5	30,5	15,0	15,9	8,1	47,4	.	37,5	0,3	4,2	40	0,3	.	2,4	0,8
26	3,9	19,9	11,9	10,7	− 0,5	29,8	14,7	15,7	8,7	41,1	.	37,2	0,3	4,7	42	0,1	20,6	2,0	0,6
27	5,7	20,2	13,0	11,5	2,4	31,8	17,1	15,1	9,2	22,0	0,0	36,9	0,3	3,0	43	0,7	21,3	1,8	0,5
28	5,8	14,7	10,3	9,1	6,0	23,8	14,9	15,0	9,7	43,6	0,0	36,7	0,2	4,9	52	0,1	22,1	2,0	0,4
29	0,2	13,6	6,9	6,2	− 2,0	26,3	12,2	12,3	9,4	45,5	.	36,5	0,3	4,1	67	0,1	21,7	2,0	0,3
30	1,1	15,0	8,1	7,7	− 2,0	24,5	11,3	12,4	9,1	34,7	.	36,4	0,1	5,3	9	0,0	22,1	1,9	0,6
31	0,3	17,3	8,8	10,3	− 2,0	26,5	12,3	15,4	9,0	41,0	.	36,0	0,4	5,5	26	0,4	22,6	1,7	0,6
1e déc.	6,6	15,1	10,8	10,7	5,3	20,8	13,1	12,5	7,5	24,3	5,2	49,0	19,1	30,7	35	0,5	29,6	1,7	0,3
2e déc.	4,7	17,5	11,1	10,5	2,4	24,6	13,5	14,0	9,1	34,3	0,0	40,7	4,6	34,7	38	0,5	28,6	2,1	0,5
3e déc.	2,1	15,7	8,9	8,5	− 0,3	25,5	12,6	13,1	8,6	42,4	0,0	37,3	2,9	50,7	41	0,3	23,3	2,0	0,6
Mois..	4,4	16,1	10,2	9,8	2,4	23,7	13,1	13,2	8,4	33,9	5,2	42,2	26,6	11,61	38	0,4	27,0	1,9	0,5

DATES.	Baromètre à midi réduit à zéro (alt. 77m,5). (21)	Magnétomètres à midi. Déclinaison. (22)	Inclinaison. (23)	Composante horizontale. (24)	Vents. Vitesse moyenne en kilomètres par heure. (25)	Direction dominante à terre. (26)	Direction des nuages (k désigne les cirrus). (27)	Psychromètre. Tension de la vapeur. (28)	Humidité relative. (29)
	mm				km			mm	
1	748,7	16°.52′,4	65°.29′,6	1.9298	17,9	SW	SW¼W	6,2	78
2	751,3	58,2	29,7	9292	39,7	SW	W	5,2	63
3	747,9	54,0	29,0	9294	50,6	SW	SW¼W	7,9	80
4	755,8	55,5	29,5	9285	29,0	W	WNW	7,4	68
5	762,0	57,0	30,0	9292	20,6	WSW	W¼N	7,6	68
6	762,3	56,2	29,8	9296	8,8	W à S et SE	WNW k	6,6	64
7	759,8	58,9	29,2	9298	9,5	S à WNW	.	6,4	71
8	764,4	55,2	29,8	9278	9,9	NE	E	7,6	78
9	762,5	55,5	29,8	9277	9,3	SE	SW k	7,6	69
10	761,5	55,5	28,5	9283	13,8	S¼SW	.	6,8	57
11	764,0	56,1	28,1	9285	6,0	Variable	.	7,9	64
12	763,2	56,0	28,3	9296	6,8	NE	WSW k	8,3	69
13	762,2	56,0	29,0	9287	7,3	ESE	WNW	7,6	67
14	759,5	55,0	29,3	9281	6,9	NNW	W	6,1	61
15	758,9	53,0	30,4	9272	11,4	NE à NW	NW à SW	7,1	72
16	755,8	54,1	28,5	9292	8,2	NE	.	7,3	73
17	756,2	56,4	28,0	9295	15,8	ENE	.	5,6	58
18	759,9	57,2	31,5	9250	21,5	ENE	.	3,0	32
19	761,9	54,7	28,7	9285	modéré	E	.	2,9	31
20	759,6	55,2	28,3	9284	modéré	ENE	.	3,1	35
21	758,3	55,6	29,7	9281	ass. fort	ENE	.	3,1	45
22	759,9	54,0	30,2	9274	ass. fort	NE	.	3,0	44
23	759,7	56,3	29,7	9277	ass. fort	ENE	.	3,4	49
24	760,8	54,3	27,9	9280	modéré	ESE	S	3,9	41
25	757,7	54,2	28,1	9271	modéré	ESE	NW k	4,0	39
26	754,9	59,0	27,2	9282	faible	ESE	NW k	4,4	42
27	755,4	56,5	27,9	9282	faible	SE à NE	SE	6,3	55
28	757,8	57,8	27,6	9295	16,1	Variable	NNW	5,2	55
29	756,0	55,0	28,5	9284	12,4	ENE	NNW	4,0	57
30	754,8	54,5	27,5	9303	8,3	N à E	.	4,2	50
31	748,8	53,8	27,2	9289	17,9	S¼SE	SW	4,0	41
1e déc.	757,6	16.55,8	65.29,5	1.9289	20,9	.	.	6,9	70
2e déc.	760,1	55,4	29,0	9283	(12,5)	.	.	5,9	56
3e déc.	756,7	55,5	28,3	9283	(16,5)	.	.	4,1	47
Mois..	758,1	16.55,6	65.28,9	1.9284	(16,0)	.	.	5,6	57

REMARQUES. (30)

Le 1er, minimum barométrique de 746,0 vers 20 h. 30 m. suivi d'une ondée et de quelques grêlons. Le 2, ondée vers 2 h. 30, mêlée de grêlons. Le baromètre rétrograde de 751,8 le 2, vers 9 h., à 747,2 le 3, vers 15 h., avec pluies suivies de hausse décisive. Le 4, pluie vers 8 h. 30. Le 5, presque couvert. La nuit du 6 au 7 a été très belle et la matinée suivante a donné du givre par un temps de brouillard.

Oscillation barométrique de 763,7 le 5 vers 22 h. à 758,0, le 7 vers 4 h. 30, puis retour à 764,7 le 8 à 10 h. 50.

Ciel très nuageux le 8. Assez beau le 9. Très beau temps les 10 et 11.

Brouillard assez dense au matin du 12 et quelques nuages ensuite. Très nuageux le 13, avec reprise marquée de la baisse du baromètre. Quelques gouttes de pluie dans l'après-midi du 14, puis éclairs le soir. Encore quelques gouttes de pluie par un ciel à l'orage le matin du 15. Accélération de la baisse barométrique aboutissant au minimum de la nuit du 16 au 17 égal à 754,0.

Après une matinée de brouillard, l'état du ciel le 16 est très variable et le beau temps n'est rétabli tout à fait que le soir du 17. Il a duré jusqu'au 26, non sans quelques nuages apparaissant dès le 23. Gelée blanche le 18 au matin.

Le baromètre, après avoir atteint 762,5 vers midi le 19, descend à 757,2 le 21 vers 17 h. et tend à la hausse ensuite jusqu'au 24 vers 10 h., 761,0. Mais cette double excursion s'accomplit au milieu d'inflexions nombreuses. Un mouvement de baisse accentué se dessine pendant la journée du 25. Il y a un temps d'arrêt après le minimum relatif (753,5) de l'après-midi du 26 au 27. Nous avons eu quelque peu de pluie le matin du 28, du brouillard le 29 et de la gelée blanche le 30 avec halo. Ciel très variable le 31 avec cirrus épais, chute barométrique accélérée jusqu'à 741,8 à 23 h. 30.

Le degré actinométrique proportionnel des périodes de beau temps remarquable est de 75 pour 100 de la valeur calculée du 9 au 13 et de 81 pour 100 du 17 au 26 avec forme régulière des courbes enregistrées.

L'emploi du cyanomètre a donné le chiffre moyen 0,50 et pour les plus beaux ciels de la première période 0,55 et 0,60 pour la seconde.

Les perturbations magnétiques ont été un peu plus fréquentes. Nous signalerons en particulier celles du 17 au 18.

N. B. — *Les intensités magnétiques, antérieurement rapportées au parc, sont actuellement ramenées à la fortification du bastion n° 82, comme les valeurs de l'inclinaison et de la déclinaison.*

Moyennes horaires du mois de mars 1880.

Heures.	Hauteurs du baromètre à 0°.	Température de l'air à l'ombre.	Température gazon (sans abri).	Degré actinométrique.	Psychromètre. Tension de la vapeur d'eau.	Psychromètre. Degré hygrométrique.	Évaporation de l'eau pure.	Pluie.	Variation du poids du sol sans abri.	Vitesse du vent.	Électricité atmosphérique (sans correct. locale).	Déclinaison de l'aiguille aimantée.	Inclinaison de l'aiguille aimantée.	Composante horizontale.
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
h.	mm	o	o	o	mm			mm	mm	km	Dll	° ′	° ′	
Mat. 1	757,95	7,19	»	»	»	»	»	0,00	.	14,5	»	»	»	»
2	57,86	6,64	»	»	»	»	»	0,00	.	14,5	»	»	»	»
3	57,74	6,18	»	»	»	»	»	0,00	—1,24	14,2	»	»	»	»
4	57,74	5,81	»	»	»	»	»	1,70	.	13,5	»	»	»	»
5	57,83	5,42	»	»	»	»	»	0,00	.	13,9	»	»	»	»
6	57,95	5,06	3,89	0,50	5,46	79,1	(34,89)	0,00	—1,78	13,5	36,9	16.48,3	65.29,2	1,9291
7	58,13	5,39	»	»	»	»	»	0,00	.	12,9	»	»	»	»
8	58,32	7,00	»	»	»	»	»	0,00	.	13,3	»	»	»	»
9	58,41	8,78	14,13	49,67	5,71	64,0	9,32	1,20	—3,22	14,3	35,6	47,0	29,7	9288
10	58,43	10,45	»	»	»	»	»	0,00	.	16,6	»	»	»	»
11	58,34	11,78	»	»	»	»	»	0,00	.	18,0	»	»	»	»
Midi.	58,14	13,11	20,09	65,65	5,69	49,3	17,53	0,00	—6,29	18,8	41,7	55,6	28,9	9284
Soir. 1	57,85	14,01	»	»	»	»	»	0,00	.	19,1	»	»	»	»
2	57,50	14,64	»	»	»	»	»	0,00	.	19,3	»	»	»	»
3	57,27	14,88	17,71	52,47	5,27	42,5	28,16	0,00	—6,55	19,9	35,1	55,1	28,7	9287
4	57,13	14,74	»	»	»	»	»	0,00	.	20,0	»	»	»	»
5	57,08	14,13	»	»	»	»	»	0,15	.	18,9	»	»	»	»
6	57,16	12,81	10,32	1,35	5,71	52,2	26,20	0,25	—3,86	18,4	39,8	50,1	29,4	9287
7	57,31	11,55	»	»	»	»	»	0,30	.	16,7	»	»	»	»
8	57,40	10,73	»	»	»	»	»	0,20	.	16,1	»	»	»	»
9	57,53	10,35	»	»	»	»	»	0,00	—1,81	16,0	»	»	»	»
10	57,61	9,20	»	»	»	»	»	1,35	.	15,4	»	»	»	»
11	57,64	8,59	»	»	»	»	»	0,05	.	14,9	»	»	»	»
Minuit.	57,65	7,86	»	»	»	»	»	0,00	—1,81	15,7	»	»	»	»
Totaux.	»	»	»	»	»	»	116,10	5,20	26,56	»	»	»	»	»
Moy...	757,75	9,84	13,23	33,93	5,57	57,4	»	.	.	16,2	37,8	»	»	»

Remarques. (45)

Les résultats de chacune des colonnes (2), (3), (4), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (16), (22), (23), (24), (28), (29), (33), (34), (35), (36), (37), (41), (42), (43), (44), sont fournis par l'observation directe.

Les nombres des colonnes (12) et (38) sont empruntés aux mesures directes trihoraires réparties d'après les indications de l'atmographe.

La moyenne diurne des colonnes (11), (16), (28) et (29) est calculée sur les cinq observations diurnes de 6 h. du matin à 6 h. du soir.

(5) (13) (14) (21) (25) (31) (32) (39) (40). Résultats fournis par les enregistreurs relevés d'heure en heure.

(15) (37). Résultats fournis par l'évaporomètre Piche.

Le total de chaque jour est celui des vingt-quatre heures commençant à 6h du soir la veille. Le résultat mensuel de 6h du matin donné entre parenthèses comprend l'évaporation totale de la nuit.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 AVRIL 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses découvertes et observées à l'Observatoire de Marseille.* Note de M. E. STEPHAN.

Numéro d'ordre.	Position moyenne pour 1880,0 — Ascension droite.	Distance polaire.	Description sommaire.
	h m s	° ′ ″	
1...	0.36.35.13	67. 9.13,0	Excessivement excessivement faible; petite; arrondie.
2...	0.36.44,93	67. 8.53,4	Excessiv. excess. faible; petite; arrondie; plus petite, mais moins faible que le n° 1.
3...	0.46.13,72	60. 0.53,0	Faible; petite; ronde; légère condensation centrale.
4...	1. 6.16,26	51.52.10,0	Très faible; très petite; ronde; faible condensation; tangente au nord-ouest à étoile 11ᵉ.
5...	2.17.45,47	48.27.18,4	Excessivement excess. faible; irrégulièrement ovoïde; diamètre = 45″ environ.
6...	2.17.52,12	48.30.35,6	Excessivement faible; très petite; enveloppe un petit point brillant.
7...	2.18.11,28	48.35.20,4	Très faible; très petite; ronde; condensation centrale et point brillant central.
8...	2.18.12,41	48.46. 0,9	Faible; excessivement petite; ronde; condensation centrale.
9...	2.18.14,17	48.44.42,2	Excessiv. excess. faible; excessivement petite; un peu de condensation centrale.
10...	2.18.34,24	48.23.58,5	Excessivement excessivement faible; vaporeuse; diamètre = 1′ environ.
11...	2.20. 2,61	48.33.47,6	Très faible; petite; ronde; faible condensation; petit point central.
12...	2.26.51,38	56. 2.56,5	Assez faible; assez petite; ronde; plusieurs points brillants; condensation centrale.
13...	2.29.14,81	99.52.30,4	C'est l'étoile 4811 Lalande, entourée d'une nébulosité faible; ronde; un peu d'extension sud-est.
14...	2.40.56,46	56. 4.58,5	Excessivement excessivement faible; très petite.

Numéro d'ordre.	Position moyenne pour 1880,0 — Ascension droite.	Distance polaire.	Description sommaire.
	h m s	° ′ ″	
15...	2.56. 4,62	47. 4.24,3	Très faible; modérément étendue; irrégulière.
16...	3. 3.34,36	55. 4.18,8	Faible; très petite; ronde; condensation centrale.
17...	3. 3.36,82	55. 8.34,6	Excessivement faible et petite.
18...	4.49.21,72	94.50.49,2	Très faible; très petite; ronde; très petit point brillant.
19...	5.50.44,58	78. 4. 3,7	Faible; très petite; ronde; condensation centrale.
20...	9.19.17,08	96.12. 3,6	Faible; petite; enveloppe plusieurs très petites étoiles.
21...	9.43.31,54	88.49. 7,4	Très faible; très petite; condensation centrale.
22...	9.43.42,80	88.49.15,0	Assez faible; diffuse; modérément étendue; irrégulièrement arrondie; faible condensation centrale.
23...	9.45.56,48	96.15.45,2	Assez faible; modérément étendue; arrondie; enveloppe plusieurs petites étoiles.
24...	10. 6.29,48	72.22.23,4	Faible; petite; ronde; un peu de condensation centrale.
25...	10.33.11,99	89.34.33,3	Faible; très petite; enveloppe une petite étoile.
26...	10.37.43,97	66.59.53,6	Médiocrement brillante; petite; ronde; noyau de condensation.
27...	15.40. 9,72	64.59.34,5	Assez faible; petite; ronde; assez forte condensation centrale.
28...	15.44. 4,29	70.35.57,7	Faible; très petite; enveloppe une petite étoile.
29...	15.45. 1,34	70.41.49,8	Très faible; assez étendue; un peu ovoïde; faible condensation.
30...	16.23.32,60	47. 3.10,4	Très faible; petite; irrégulièrement arrondie; légère condensation centrale.
31...	17. 7. 2,36	47.33.48,4	Excessivement excessivement faible; vaporeuse; irrégulièrement arrondie; enveloppe une très petite étoile.
32...	17.14.53,29	53.48.56,7	Très faible; excessivement petite; ronde; un peu de condensation centrale.
33...	17.14.58,21	53.49. 3,8	Très faible; excessivement petite; plus faible que le n° 32, mais un peu moins petite.
34...	17.18.48,02	48.47. 3,5	Très faible; petite; ronde; condensation centrale graduelle.
35...	17.19.47,83	60.29.54,2	Assez faible; très petite; ronde; condensation centrale; noyau central 13ᵉ.
36...	17.53.34,90	83.42.12,6	Excessivement faible; assez étendue; irrégulièrement arrondie; faible condensation centrale.
37...	18.32.33,12	47. 9.12,0	Deux petites étoiles très voisines; la plus boréale enveloppée d'une petite nébulosité.
38...	18.57.46,37	49.25.35,1	Très faible; un peu allongée de N. à S.; un peu piriforme.
39...	23. 1.40,86	58.16.27,3	Très faible; très petite; irrégul. arrondie; un peu de condensation centrale.
40...	23.14. 6,12	47.48.11,9	Faible; petite; ronde; condensation graduelle centrale.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1880,0.

Numéro de la liste.		Nom de l'étoile de comparaison.	Ascension droite.	Distance polaire.
			h m s	° ′ ″
1.....	981	Weisse (N. C.), H. O.	0.38.51,61	67. 3.56,1
2.....		id.		
3.....	1221	Weisse (N. C.), H. O.	0.48.52,92	59.59.25,5
4.....	201	Argelander Z. + 38°.	1. 2.59,81	51.48.45,1
5.....	347	Weisse (N. C.), H. II.	2.16.32,07	48.26.39,8
6.....		id.		
7.....		id.		
8.....	456	Weisse (N. C.), H. II.	2.21. 1,49	48.47.27,4
9.....		id.		
10.....	347	Weisse (N. C.), H. II.	2.16.32,07	48.26.39,8
11.....		id.		
12.....	4673	Lalande.	2.25.38,30	55.59.18,4

Numéro de la liste.		Nom de l'étoile de comparaison.	Ascension droite.	Distance polaire.
			h m s	° ′ ″
13.....	4811	Lalande.	2.29.14,18	99.52.30.4
14.....	894	Weisse (N. C.), H. II.	2.38.27,83	56. 4.39,4
15.....	1254	Weisse (N. C.), H. II.	2.53.58,22	47.10.40,2
16.....	54	Weisse (N. C.), H. III.	3. 5.14,26	55. 7.21,8
17.....		id.		
18.....	1110	Weisse (A. C.), H. IV.	4.51.52,42	94.50.27,4
19.....	993	Argelander Z. + 11°.	5.53.41,43	78. 4.14,7
20.....	296	Weisse (A. C.), H. IX.	9.15.26,50	96. 9.56,1
21.....	991	Weisse (A. C.), H. IX.	9.47.10,67	88.35.58,9
22.....		id.		
23.....		Anonyme 7^e.	9.43.37,98	96.17.33,6
24.....	3102	Rumker.	10. 8.12,53	72.25. 5,0
25.....	3028	Lamont.	10.33.52,62	89.31.20,5
26.....	20763	Lalande.	10.40.40,49	67. 7.44,9
27.....	953 954	Weisse (N. C.), H. XV.	15.39.24,10	64.59. 7,7
28.....	1009 1010 1011	Weisse (N. C.), H. XV.	15.42. 3,62	70.46.40,4
29.....		id.		
30.....	677 678	Weisse (N. C.), H. XVI.	16.23. 3,50	47. 2.41,1
31.....	5743	Rumker.	17. 8.58,56	47.30.28,1
32.....	351	Weisse (N. C.), H. XVII.	17.13.35,04	53.46.41,0
33.....		id.		
34.....	2834	Argelander Z. + 41°.	17.24.27,60	48.50.24,3
35.....	31796	Lalande.	17.21.34,20	60.26.20,2
36.....	1122	Weisse (A. C.), H. XVII.	17.55. 1,66	83.43.31,3
37.....	910	Weisse (N. C.), H. XVIII.	18.31. 0,85	47. 4.53,0
38.....	1797 1798	Weisse (N. C.), H. XVIII.	18.58.11,54	49.26.29,8
39.....	31	Weisse (N. C.), H. XXIII.	23. 4. 1,53	58. 8.43,1
40.....	4633	Argelander Z. + 42°.	23.13.25,30	47.50.13,2 »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'explication de l'expérience de MM.* Lontin *et* de Fonvielle. Note de M. **Jamin**.

« Dans la dernière séance, MM. Lontin et de Fonvielle ont présenté à l'Académie une expérience très curieuse. L'explication qu'ils en donnent

ne me paraît pas tout à fait satisfaisante. Je propose d'y substituer la suivante, en priant le lecteur de se reporter à la figure insérée dans le *Compte rendu* du 5 avril (p. 800).

» Un cadre galvanométrique est enveloppé de fils traversés par le courant alternatif d'une machine de Ruhmkorff. Au centre est soutenu sur un pivot un disque de fer doux de forme variable. Au-dessus et dans le plan du cadre est un aimant dont les pôles sont très rapprochés des extrémités du cadre. Aussitôt que le courant passe, le disque prend un mouvement rapide de rotation. Le sens de ce mouvement change avec celui du courant et quand on retourne les pôles; il cesse quand l'aimant est perpendiculaire au cadre; il ne se produit pas avec le courant continu d'une pile.

» Voici, suivant moi, l'explication de ce fait intéressant. La machine de Ruhmkorff donne deux sortes de courants, les uns directs, les autres inverses, qui se succèdent alternativement et indéfiniment à des intervalles très rapprochés. Le courant direct aimante le disque transversalement. Il est à remarquer que, malgré le mouvement que peut avoir le disque, cette aimantation a toujours la même direction dans l'espace, mais qu'elle est variable dans le disque, étant à tout moment suivant celui de ses diamètres qui est perpendiculaire au cadre. Elle n'est pas adhérente à la matière du disque et ne peut pas l'entraîner. Mais aussitôt que le courant direct cesse, il reste dans le disque une aimantation rémanente; celle-ci est fixée à la matière du disque et lui donne un pôle austral en avant du tableau et un pôle boréal derrière; dès lors, chaque pôle de l'aimant fixe attire l'un de ces pôles et repousse l'autre. Le courant inverse de la machine de Ruhmkorff qui succède au courant direct détermine une aimantation rémanente contraire et il en résulte une impulsion de sens opposé. Si ces deux aimantations étaient égales, les impulsions opposées se succéderaient et se détruiraient; mais il résulte des expériences de M. Henry que l'aimantation produite par le courant direct est plus grande que celle du courant inverse et que, par conséquent, les deux sortes d'impulsions sont inégales. C'est la différence qui produit l'action.

» Il est évident qu'en changeant le sens du courant inducteur dans la machine, on change le sens du mouvement. On le change aussi en retournant l'aimant; on le détruit en mettant l'aimant perpendiculairement au cadre.

» Si l'on supprime cet aimant, l'action de la terre est suffisante pour déterminer la rotation, mais avec une vigueur moindre. »

THERMOCHIMIE. — *Sur quelques composés des corps halogènes;* par M. **Berthelot** [1].

« 1. J'ai entrepris de mesurer la chaleur de formation des composés que les corps halogènes forment soit entre eux, soit avec leurs sels alcalins; cette étude ayant pour objet d'éclaircir les déplacements réciproques de ces éléments.

» 2. *Protochlorure d'iode.* — Les expériences ont été faites par analyse et par synthèse.

» *Par analyse,* on a pris le chlorure d'iode tout formé (préparé et rectifié suivant les indications de M. Schützenberger, puis analysé) et on l'a dissous, au sein du calorimètre, dans une solution étendue d'acide sulfureux. Dans d'autres essais, on a dissous d'abord le chlorure d'iode dans une solution d'iodure de potassium, puis on l'a réduit par l'acide sulfureux; de façon à changer toujours le chlorure d'iode en acides chlorhydrique et iodhydrique :

$$ICl + 2SO^2 \text{ étendu} + 4HO = HCl \text{ étendu} + HI \text{ étendu} + 2(SO^3, HO) \text{ étendu}.$$

» Le premier procédé a fourni $+42^{Cal},1$; le deuxième $+40^{Cal},6$.

» La moyenne $+41,35$ répond à l'équation ci-dessus. J'en déduis, d'après mes expériences antérieures,

$$I \text{ solide} + Cl \text{ gaz} = ICl \text{ solide, dégage : } + 6^{Cal},6.$$

» J'ai observé, dans le premier procédé, que la première action du chlorure d'iode sur l'iodure de potassium dégage moins de chaleur qu'il ne convien-

---

[1] Je dois rectifier ici une faute qui s'est glissée dans la Note de la page 784, relative au calcul de la chaleur dégagée par les quatre transformations explosives de l'azotate d'ammoniaque. Les quatre nombres : 30,7; 51,3; 50,0; 29,7 doivent être diminués chacun de 1,2.

On a encore, page 783, ligne 7 en remontant : $Az + O^6 + H = AzO^6H$ gazeux : $+ 34,4$; au lieu de $+ 34,0$. Ajoutons aux cinq modes de décomposition de l'azotate d'ammoniaque rappelés dans la Note un sixième mode, d'après lequel tout l'oxygène demeure uni à l'azote, et qui s'opère sous l'influence du platine vers 160°, d'après MM. Millon et Reiset :

$$AzO^6AzH^4 = \tfrac{2}{5} AzO^6H + \tfrac{8}{5} Az + \tfrac{18}{5} HO$$

dégagerait à froid : $+ 53^{Cal}$; le sel fondu, l'acide et l'eau gazeux, ce chiffre devient voisin de $+ 37$.

drait à une substitution immédiate de l'iode de ce sel par le chlore du chlorure d'iode; il est probable qu'il se forme d'abord quelque composé intermédiaire.

» *Par synthèse*, j'ai formé le chlorure d'iode au sein du calorimètre. J'ai pris un ballon de verre mince, rempli de 430^{cc} de chlore sec et pur, à une température et sous une pression définies, puis fixé sous l'eau du calorimètre en l'assujettissant par des fils de platine à mon agitateur hélicoïdal; le tout conformément à la marche que j'ai suivie pour la synthèse du gaz hypoazotique ([1]). Cela fait, j'introduis dans le ballon un poids d'iode équivalent à celui du chlore; puis je mesure la chaleur dégagée. J'ai ainsi trouvé

I solide + Cl gazeux = ICl solide, dégage.................... + 6,8

nombre suffisamment concordant avec + 6,6, obtenu par analyse. Je prendrai la moyenne + 6,7.

» On tire de là les deux éléments supposés gazeux vers 0° :

I gaz + Cl gaz = ICl solide, dégage........................ + 12,1

» Les données manquent pour rapporter la réaction aux deux éléments solides. Mais, si l'on admettait que la transformation du chlore gazeux en chlore solide dégage la même quantité de chaleur que celle du brome, sous des poids équivalents, soit + 4,1, on serait conduit à une valeur voisine de + 2,7.

» 3. J'ai cru utile de mesurer la *chaleur de fusion* du chlorure d'iode. A cette fin, je l'ai fondu, maintenu en surfusion, et dissous sous cet état dans une solution étendue d'acide sulfureux : ce qui a dégagé + 43,8 et + 43,5; moyenne, + 43,6. En admettant + 41,3 pour la même réaction sur le chlorure d'iode solide, à la même température (+ 16°,5), la chaleur de fusion rapportée à ICl (soit 162^{gr},5) serait + 2^{Cal},3 : nombre qui ne peut être regardé que comme approximatif.

» La formation du chlorure d'iode liquide, avec le chlore gazeux et l'iode gazeux, dégagerait : + 9,8; avec l'iode liquide, + 11,3.

» 4. *Trichlorure d'iode*. — *Par synthèse :*

I solide + Cl^3 gazeux = ICl^3 solide, a fourni.............. + 15,5

» *Par analyse* (même procédé que ci-dessus) : + 17,1.

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 251.

» La moyenne est : + 16,3; l'iode gazeux, on aurait : + 21,7.

ICl solide + Cl^2 gazeux, dégage .... + 9,5

» Mais tous ces résultats ne présentent pas une grande certitude, à cause de la formation lente et de la dissociation du trichlorure d'iode. Observons cependant que la chaleur dégagée par le premier équivalent de chlore uni à l'iode solide est une fois et demie aussi grande que celle qui répond à chacun des deux équivalents suivants.

» 5. *Bromure d'iode.* — La formation du bromure d'iode s'effectue sans peine, en incorporant l'iode dans le brome; les deux corps ayant été pesés à l'avance sous des poids équivalents; la masse, d'abord fluide, ne tarde pas à se solidifier, en prenant l'aspect cristallin. On réussit moins bien à obtenir une masse homogène, lorsqu'on verse le brome sur l'iode.

» J'ai opéré cette synthèse dans un tube de verre mince plongé au fond d'un calorimètre, et j'ai trouvé, vers 17°,

I solide + Br liquide = IBr solide, dégage .... + 2,47

d'où l'on tire encore, la combinaison rapportée à l'état solide,

I solide + Br solide = IBr solide, dégage.............. + 2,34

La combinaison rapportée à l'état gazeux des éléments et à la température de 0° :

I gazeux + Br gazeux = IBr solide, dégage.............. + 11,9

Ce nombre est extrêmement voisin de + 12,1, obtenu pour la formation du chlorure d'iode solide au moyen des éléments gazeux, c'est-à-dire dans des conditions comparables.

» 6. *Chlorure de brome.* — Le brome introduit dans le chlore gazeux s'y combine; mais le composé reste liquide et offre tous les signes d'une dissociation. Aussi la mesure de la chaleur dégagée s'applique-t-elle en réalité à un mélange du composé proprement dit avec une certaine dose de brome et même de chlore dissous. Je donne le chiffre obtenu à titre de renseignement; j'ai opéré, bien entendu, à équivalents égaux :

Cl gazeux + Br liquide = BrCl liquide (?)................ + 0,60

» Avec le brome gazeux, on aurait obtenu + 4,6.

» Si l'on remarque la presque identité des chaleurs de formation des chlorure et bromure d'iode, et si l'on compare la chaleur de formation du chlorure d'iode liquide au moyen des éléments gazeux, soit +9,8, à

celle du chlorure de brome $+ 4,6$, on est conduit à penser que le chlorure de brome était dissocié à moitié environ, dans les conditions des mesures précédentes : cela sous toutes réserves.

» Venons maintenant aux combinaisons des éléments halogènes avec leurs sels alcalins.

» 7. *Iodure de potassium ioduré*, KI^3. — On sait que ce composé a été obtenu sous forme cristallisée par M. St. Johnson, en 1877. Il se prépare en dissolvant $2^{éq}$ d'iode dans une solution très concentrée d'iodure de potassium et en évaporant sous une cloche, au moyen de l'acide sulfurique concentré. On obtient ainsi à la longue de gros cristaux noir violet, lamelleux, dont l'aspect rappelle celui de l'iode. J'en ai vérifié la composition par l'analyse. Pour en déterminer la chaleur de formation, je les ai dissous, d'une part, dans une solution très concentrée d'iodure de potassium, employée comme liquide calorimétrique; et, d'autre part, j'ai dissous dans le même liquide de l'iodure de potassium et de l'iode successivement, de façon à obtenir une liqueur identique avec la précédente. L'état final étant le même, la différence entre les quantités de chaleur observées est précisément égale à la chaleur de formation du triiodure. J'ai trouvé ainsi, à 15° :

Dissolution de KI dans trente fois son poids environ d'une solution $KI + 19HO$.	$-2,56$
Dissolution de I^2 consécutive (en présence de 13KI environ)................	$-0,78$
Somme....	$-3,34$
Dissolution de KI^3 dans les mêmes conditions..........................	$-3,38$

» Il résulte de ces chiffres que la formation du triiodure

$$KI \text{ solide} + I^2 \text{ solide} = KI^3 \text{ solide}$$

répond à un phénomène thermique sensiblement nul.

» Mais, si l'on rapporte la réaction à l'iode gazeux, afin de la rendre comparable à la formation des perchlorures, peroxydes, etc., on trouve :

$$KI \text{ solide} + I^2 \text{ gaz} = KI^3 \text{ solide, dégage, vers } 0^\circ \ldots\ldots \quad +10,8$$

» 8. La solution d'iodure de potassium employée contenait par kilogramme $492^{gr},5$ de sel, par litre 757^{gr}. Sa densité était 1,537; sa chaleur spécifique 0,515, c'est-à-dire que 1^{cc} valait en eau 0,79. On remarquera que la chaleur de dissolution de l'iodure de potassium dans une telle liqueur, soit : $-2,56$, est la moitié sensiblement de la chaleur de dissolution du même sel dans

l'eau pure (— 5,3). On voit par là que la dilution de telles liqueurs concentrées absorbe autant de chaleur que la dissolution initiale.

» 9. *Iode et iodure de potassium.* — On voit aussi que la dissolution de l'iode, I^2, dans l'iodure de potassium concentré, absorbe de la chaleur : — 0,78 : quantité qui représente seulement le quart de la chaleur de fusion de l'iode.

» La dissolution de l'iode liquide dans la même liqueur, calculée vers 0°, dégagerait au contraire : + 1,5 environ. C'est donc à tort que la chaleur de dissolution de l'iode avait été réputée nulle.

» Elle diminue quand on opère avec un iodure plus dilué. Cependant, même avec une liqueur qui contient $\frac{1}{2}$ KI dans 1^{lit}, c'est-à-dire voisine de $KI + 110H^2O^2$, la dissolution de I^2 (en présence de 12 KI) absorbe — 0,26.

» A partir de l'iode gazeux, on aurait + 10,5 dans une solution étendue d'iodure de potassium ; + 10,0 dans une solution très concentrée.

» 10. *Bromure de potassium bromuré*, KBr^3 (?). — Le brome forme avec le bromure de potassium un composé analogue au triiodure. On sait depuis longtemps que le brome se dissout abondamment dans les solutions de bromure de potassium, surtout concentrées. Cette dissolution, opérée avec une solution KBr + 28 HO, a dégagé, à 15° (Br^2 en présence de 5KBr environ) : + 3,53.

» Si le brome avait été solide, on aurait obtenu + 3,3.

» A partir du brome gazeux, on aurait eu + 11,5 ; valeur voisine de celle que fournit l'iode gazeux (+ 10,0), en se dissolvant dans l'iodure de potassium.

» J'ai cherché à aller plus loin et à opérer sur le bromure bromuré, isolé de l'eau. On obtient en effet un tel composé, en abandonnant pendant quelques jours, dans un vase fermé, du bromure de potassium sec et très finement pulvérisé avec du brome liquide, employé dans la proportion de $2^{éq}$ de bromure pour $1^{éq}$ de brome, c'est-à-dire avec un excès du sel solide. Le brome disparaît peu à peu, et il se forme un composé orangé et cristallin. Cependant ce composé offre toujours les caractères d'un corps dissocié.

» Pour en évaluer la chaleur de formation, je l'ai dissous dans une solution concentrée de bromure de potassium, sous un poids déterminé, lequel renfermait des proportions connues de sel et de brome excédant, et j'ai mesuré la chaleur dégagée. On peut comparer cette quantité à la chaleur dégagée par la dissolution successive de poids égaux de bromure de potassium et de brome libre, dans une liqueur identique à la précédente. On en

déduit ainsi la chaleur dégagée par l'union du brome liquide avec un excès de bromure de potassium solide; déduction qui s'opère suivant un calcul pareil à celui du triiodure de potassium. J'ai trouvé de cette manière :

Br^2 liquide + nKBr, dégage........................ + 2,94

» Je rapporterai, pour simplifier, et conformément aux analogies, ce chiffre à un tribromure. On aura donc

KBr solide + Br^2 liquide, dégage..... + 2,94; Br^2 solide : + 2,7

» On aurait encore

KBr solide + Br^2 gazeux, vers 0°..................... + 10,9

» Il est digne de remarque que ce dernier nombre est presque identique avec la chaleur de formation du triiodure de potassium au moyen de l'iode gazeux, soit + 10,8 : rapprochement comparable à celui qui a été fait plus haut entre les chlorure et bromure d'iode. J'ajouterai encore que la chaleur dégagée par Cl^2 fixé sur ICl, soit + 9,5, est voisine de la chaleur dégagée par Br^2 gazeux fixé sur KBr, comme aussi de la chaleur dégagée par I^2 gazeux fixé sur KI.

» 11. La solution de bromure de potassium employée contenait par kilogramme : 323^{gr} de sel anhydre; par litre : 416^{gr}. Sa densité était 1,288; sa chaleur spécifique 0,668; c'est-à-dire que 1^{cc} valait en eau 0,87.

» La chaleur de dissolution du bromure de potassium dans trente fois son poids d'une telle liqueur, à 15°, a été trouvée — 3,45; soit les deux tiers environ du nombre obtenu dans l'eau pure.

» 12. Observons ici l'analogie des polyiodures et polybromures avec les polysulfures et peroxydes alcalins. L'aptitude à accumuler plusieurs équivalents d'un même élément dans une même série de combinaisons, formées en proportions multiples, n'a rien qui caractérise l'oxygène ou le soufre, de préférence aux éléments halogènes; le plus souvent même, il y a parallélisme complet entre la série des dérivés oxygénés ou sulfurés d'un même métal et la série des dérivés chlorurés, bromurés ou iodurés de ce métal; tous les dérivés étant rapportés au poids équivalent du métal. Ce sont là des rapprochements certains, que la notation équivalente manifeste; tandis que la notation atomique tend à les masquer, en obscurcissant la signification naturelle de la loi des proportions multiples. »

MÉDECINE. — *La peste dans les temps modernes; sa prophylaxie défectueuse ou nulle; sa limitation spontanée.* Note de M. **Tholozan**, communiquée par M. Larrey [1].

« La science médicale, dans la prophylaxie des épidémies les plus graves, comme dans la thérapeutique des maladies ordinaires, a longtemps enregistré comme des conquêtes réelles des succès purement apparents. Sans se rendre un compte exact du degré de puissance de son intervention, elle a, pendant des siècles, compté à son profit pour des résultats certains des faits qu'un examen critique sérieux ne permet plus d'admettre au nombre des triomphes de notre art. Pour la Thérapeutique, cette vérité a été reconnue depuis plus de cinquante ans, et, loin d'amoindrir la valeur des prescriptions pratiques de la Médecine, elle a permis d'en dresser le bilan d'une manière plus sûre et de marcher sur un sol ferme à des découvertes positives. La prophylaxie des épidémies a besoin, à son tour, d'une semblable réforme. Dire qu'on s'est rendu maître d'une épidémie, qu'on en a arrêté le cours ou diminué les ravages, est une assertion qui ne doit plus aujourd'hui être émise sans preuves à l'appui. L'analyse des faits et la critique doivent intervenir pour mesurer là, comme dans tout le reste du domaine médical, le degré d'efficacité de notre intervention. C'est à ce prix seulement qu'on fondera une prophylaxie véritable des épidémies.

» Le temps actuel semble opportun pour un tel essai. Un fléau qu'on croyait éteint vient de renaître et semble nous menacer de nouveau. Depuis 1858 il a fait deux apparitions dans la Cyrénaïque, et depuis 1867 il s'est montré cinq fois en Mésopotamie. S'il ne s'est pas étendu au loin, si ses ravages ont été localisés, en est-on redevable aux mesures appliquées?

» En 1858, à Benghazi, il y eut en mai quatre-vingt quinze décès de peste et cinq cent quarante-deux en juin; pourtant, aucune mesure quarantenaire ne fut prise contre les provenances de ce port de mer avant le 15 juin par l'Égypte et avant le 23 par Constantinople. A supposer que la maladie ne datât que du 1er mai, elle fut complètement libre de se répandre au loin par la voie de mer, pendant un mois et demi. Or son apparition réelle remonte, selon bien des probabilités, à l'année 1856; la maladie eut donc tout le temps voulu pour se répandre au dehors avant que des barrières lui aient été oppo-

(1) Cette Note résume un long travail de l'auteur, actuellement à l'impression.

sées. Dans la même régence de Tripoli, si voisine de l'Europe méridionale et en rapports fréquents avec les îles de Malte et de Crète, la peste resta complètement ignorée d'octobre 1873 au mois de mai 1874. Pendant ce long laps de temps, aucune mesure ne fut prise pour préserver par des quarantaines de mer les pays lointains, aucun moyen ne fut même mis en action pour garantir la ville de Benghazi. Si, malgré cette complète liberté accordée au fléau, on le voit se limiter à certaines localités, il faut se garder de croire qu'une intervention insuffisante et tardive en a été cause. Quand les épidémies ne s'étendent pas dans la période de leur culmination, il est bien rare qu'elles le fassent à leur déclin.

» La même insuffisance de moyens, le même manque absolu de contrôle sur la marche des épidémies de peste s'observent en Mésopotamie en 1867, 1874, 1875, 1876, 1877. J'ai réuni à ce sujet les documents les plus nombreux et les plus complets, officiels et privés, de toutes les sources. Comment aurait-on pu s'opposer au fléau de 1867, s'il avait dû avoir une marche envahissante, puisque ce ne fut que quatre mois après son début qu'on en eut connaissance à Bagdad, à deux ou trois journées de marche seulement du point d'origine? Quant à l'application des premières mesures restrictives, elle date de plus de cinq mois après l'invasion du mal. La peste de Dagara et d'Affij, qui à son début fut tout à fait analogue à la *mort noire* par la nature et l'intensité de ses symptômes, ne fut connue à Bagdad que le 11 avril. Elle avait débuté pourtant dans ces localités, situées à cinq ou six journées de distance seulement de la capitale, dès la fin de 1873. Elle fut sur les lieux l'objet de quelques mesures insignifiantes. Il en fut de même des épidémies de 1875, 1876, 1877 en Mésopotamie : nulle part aucune mesure suffisante ne fut prise à temps; partant, l'application des moyens restrictifs et hygiéniques fut tellement défectueuse ou minime, qu'on pourrait en annuler d'avance l'influence.

» Après avoir ainsi constaté les imperfections des systèmes sanitaires et leur manque presque absolu d'adaptation à la pratique, j'ai dû rechercher s'il n'y avait pas quelque différence, au point de vue de la peste, entre les pays d'Orient où s'exerce l'action des systèmes sanitaires et ceux où n'existe aucune administration analogue. J'ai donc comparé aux épidémies ci-dessus énumérées celles du Hedjaz (pays des Assyrs), où l'état de barbarie, d'ignorance et de fanatisme de la population s'oppose à toute mesure hygiénique ou quarantenaire, et celles de la Perse où l'absence d'une administration convenable s'oppose depuis douze ans à la franche application des réformes sanitaires. J'ai constaté ainsi, sans surprise, qu'il n'y avait pas de différence

quant à l'intensité et à la durée des épidémies, ainsi que quant à leur répétition entre tous ces pays à administration sanitaire imparfaite ou nulle. Les faits mis ainsi en parfaite évidence ne nous donnent pas encore, sans doute, le droit de dire que les cordons, les quarantaines et les autres moyens de la prophylaxie sont inutiles; mais ils nous permettent d'affirmer que s'ils sont souvent inefficaces, au moins par suite de leur action défectueuse, ceux qui les mettent ainsi en action sont presque toujours les témoins oculaires de la disparition de la maladie et de son extinction naturelle.

» Que s'est-il donc passé dans les pestes dont nous parlons? pourquoi n'ont-elles pas suivi leur cours? comment se sont-elles arrêtées? Il s'est passé là ce qui se passe dans tous les fléaux que l'homme n'est pas parvenu encore à maîtriser et dont il ne connaît pas le secret : le mal, après avoir pris naissance en un ou plusieurs points, s'est étendu, est arrivé à son apogée, puis il a diminué et cessé entièrement ou presque entièrement. Nous ne savons, au fond, pas plus pourquoi ces fléaux disparaissent que nous ne savons pourquoi ils apparaissent à certaines époques. On ne sait pas bien positivement encore si l'on peut toujours limiter leur extension naturelle en plaçant des barrières à certains points éloignés de leur lieu d'émergence; mais on a appris, par l'expérience répétée des vingt dernières années, que la peste, dans l'empire turc pas plus qu'en Perse et ailleurs, ne s'étend pas toujours au loin, qu'elle est susceptible de n'envahir qu'une localité et de s'y tenir, y accomplissant ses ravages sans s'étendre au dehors, malgré les compromis les plus variés et les plus nombreux.

» Si les pestes dont nous parlons avaient été influencées par les moyens sanitaires, nous les aurions vues s'amoindrir et se terminer à des époques variables, suivant le degré de puissance des moyens hygiéniques. La preuve qu'elles n'ont pas été influencées par ces moyens, c'est que nous les avons vues naître, croître et se terminer à des époques identiques.

» Une seconde preuve *a posteriori* de la justesse de notre démonstration se tire de l'histoire. La pathologie historique et géographique fait voir en effet que le plus souvent la peste a été limitée, malgré la nullité ou l'insuffisance des moyens sanitaires. Pour la peste, comme pour le choléra et la suette, les pandémies sont en effet l'exception, et l'on n'en a enregistré relativement qu'un très petit nombre d'exemples. D'un autre côté, la comparaison que l'on peut faire des épidémies modernes de la Cyrénaïque et de la Mésopotamie avec celles qui les ont précédées, au commencement de ce siècle ou dans les siècles passés, mène à cette conclusion que la fin des

épidémies, en 1858 et en 1874, 1875, 1876, 1877, a eu lieu à la même époque que dans les épidémies antérieures.

» Démontrer que les mesures prophylactiques dirigées de notre temps en Orient contre la peste ont été toutes inefficaces et n'ont pu d'aucune manière influencer la marche du fléau, c'est, j'en ai l'espérance, rendre un service considérable à la science sanitaire, en l'éclairant sur la vraie portée de ses moyens et en lui donnant ainsi l'occasion de reviser ses procédés, de porter remède aux défectuosités de son système et de chercher des moyens d'action plus pratiques, plus humanitaires et plus sérieux. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1879.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Grand prix des Sciences mathématiques. — Perfectionner en quelque point important la théorie des équations différentielles linéaires à une seule variable indépendante.

MM. Bertrand, O. Bonnet, Hermite, Puiseux et Bouquet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Chasles et Liouville.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

MM. Dupuy de Lôme, l'amiral Jurien de la Gravière, l'amiral Pâris, l'amiral Mouchez et Tresca obtiennent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. d'Abbadie et Yvon Villarceau.

Prix Poncelet : MM. Bertrand, Phillips, Chasles, Rolland et Puiseux obtiennent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Hermite et Resal.

Prix Plumey : MM. Rolland, Tresca, Phillips, Resal et Dupuy de Lôme obtiennent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. de la Gournerie et l'amiral Pâris.

Prix Montyon (Mécanique) : MM. Phillips, Resal, Rolland, Tresca et Breguet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui

après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Yvon Villarceau et Bertrand.

Prix Bordin. — Trouver le moyen de faire disparaître ou au moins d'atténuer sérieusement la gêne et les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des cheminées sur les chemins de fer, sur les bâtiments à vapeur, ainsi que dans les villes, à proximité des usines à feu.

MM. Dupuy de Lôme, Rolland, Berthelot, Tresca et H. Sainte-Claire Deville réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Dumas et Fremy.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Désinfection des véhicules par l'acide sulfureux anhydre.* Note de M. V. FATIO.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Chargé, par le Département fédéral du Commerce et de l'Agriculture, de faire des essais de désinfection de véhicules, en vue de l'exécution du second alinéa de l'article 4 de la Convention phylloxérique de Berne, j'ai fait les expériences qui suivent, le 28 février dernier, en gare de Genève, sur des wagons de la Compagnie de la Suisse occidentale, au moyen de l'acide sulfureux anhydre.

» Les essais ont dû porter sur un wagon fermé et sur une voiture à ciel ouvert.

» Mon premier soin fut de chercher, sur des racines recueillies *ad hoc* huit jours auparavant (1), de petits groupes de Phylloxeras susceptibles d'être facilement isolés sur un fragment réduit desdites racines; puis, après avoir scrupuleusement compté, à l'aide d'une forte loupe, tous les insectes préalablement reconnus vivants qui devaient être soumis à l'expérience, je fixai séparément les divers fragments ainsi étudiés dans autant de petits tubes susceptibles d'être hermétiquement fermés et porteurs d'étiquettes indiquant soit le nombre et la position relative des parasites emprisonnés, soit les conditions dans lesquelles chacun devait être utilisé.

---

(1) Ces racines ont été recueillies à Talissieu, près Culoz, dans le département de l'Ain, et apportées à Genève dans un flacon hermétiquement fermé. Tout ce qui n'a pas été de suite employé a été immédiatement brûlé.

» Les tubes d'essai ainsi préparés furent disposés, l'ouverture tournée vers le haut, dans le wagon fermé, cinq sur le plancher du wagon, quatre dans les angles, un au centre; deux furent suspendus, à mi-hauteur, contre les parois antérieure et postérieure du véhicule; deux furent fixés, à mi-hauteur aussi, vers l'ouverture des portes où l'air avait le plus d'accès; un, enfin, fut suspendu contre le plafond même de la voiture.

» Ce premier arrangement fait, les bouchons hermétiques furent enlevés, une petite bande de papier réactif (¹) fut introduite au fond de chaque tube et de forts tampons d'une terre argilo-calcaire assez compacte furent engagés de $0^{m},01$ au moins dans l'orifice de deux des flacons inférieurs et de deux des latéraux à mi-hauteur, l'un des voisins des portes entre autres. Le tube central du plancher contenait une racine artificiellement englobée dans un manchon serré de même terre, de $0^{m},004$ à $0^{m},005$ d'épaisseur.

» Après avoir fait déposer, à distance des flacons, sur le plancher du wagon, quelques jeunes pieds de rosiers, de groseilliers, de poiriers et de lauriers dégarnis de terre, je fis fermer la voiture, et, de suite après, 1^{lit} d'acide sulfureux anhydre fut pulvérisé sous sa propre pression ($1^{atm},5$ à 2^{atm}) au centre même du véhicule, au travers du jour de l'une des portes, au moyen de siphons gradués et d'un mince tube métallique lié à ceux-ci par un tuyau de caoutchouc.

» Après deux heures, j'ouvris le wagon et constatai que le papier réactif présenté à la porte de celui-ci était immédiatement décoloré; il l'était encore à plusieurs mètres de la voiture, une heure après l'injection.

» Néanmoins, cinq minutes après, je pus entrer dans la voiture. Les tampons de terre furent enlevés, et les tubes hermétiquement fermés.

» Les plantes furent remises à un jardinier pour être plantées et surveillées, eu égard à leur reprise problématique.

» Enfin, pour comble de sécurité, je fis encore injecter dans la voiture vide un second litre d'acide sulfureux.

» Le wagon soumis à l'expérience avait une contenance de $29^{mc},7$. On sait que le litre d'acide sulfureux anhydre pèse $1^{kg},450$ à peu près et que, dans une température moyenne de $+6^{o}$, 1^{lit} de cet acide à l'état liquide correspond à 612^{lit} de gaz environ. Le gaz acide sulfureux étant deux fois un quart aussi lourd que l'air, il est évident que c'est sur le plancher de la voiture, seul endroit où de la terre ou des débris de racines infectées pourraient demeurer, que l'action du toxique a dû être la plus forte.

(¹) Papier traité par l'amidon et l'iode.

» Je procédai comme suit à l'essai beaucoup plus simple de désinfection des voitures à ciel ouvert.

» A cet effet, deux morceaux de racines phylloxérées furent tirés des flacons où ils avaient été enfermés et déposés sur le sol, au centre d'une plaque de carton. L'un de ces fragments était dégarni de terre et portait vingt-deux parasites épars sur ses diverses faces; l'autre, artificiellement enveloppé dans un manchon de terre argilo-calcaire assez compacte, de $0^m,005$ à $0^m,006$ d'épaisseur, portait dix-sept Phylloxeras.

» Cela fait, je projetai, à $0^m,40$ de distance environ, un petit jet d'acide sulfureux anhydre pulvérisé sous sa propre pression, au travers d'un petit tube, sur chacune des deux racines, en pesant, pendant deux secondes environ, sur le bouton du siphon.

» Puis les deux fragments de racine, d'abord couverts de givre par l'évaporation de l'acide, ayant été réintégrés dans leurs flacons respectifs, je passai à l'estimation de la quantité de liquide nécessaire à l'intoxication de toutes les faces internes d'un grand wagon ouvert.

» La voiture en question (modèle G de la Compagnie S.-O.), avec des parois d'une hauteur moyenne variant de $0^m,95$ à $1^m,23$, présentait une surface intérieure de $32^{mq},44$. Il fallut 1^{lit} d'acide pour asperger convenablement toute cette surface par pulvérisation. L'opération dura au plus cinq minutes.

» Le lendemain 29 février, on procéda à l'examen des fragments de racines soumis aux deux expériences : tous les Phylloxeras furent retrouvés en place, surpris par une mort instantanée.

» Plusieurs de ces insectes présentaient des traces de décomposition ou des taches brunes; quelques-uns étaient déjà ramollis et déformés.

» La majorité des parasites aspergés à l'air libre furent aussi immédiatement et scrupuleusement examinés au microscope, tandis qu'une partie de ceux-ci étaient mis de côté, pour être soumis à un examen ultérieur, en même temps que quelques insectes réservés du wagon fermé, eu égard à l'éventualité d'une mort apparente et d'une résurrection possible.

» Quinze jours après ces premières constatations, tous les insectes mis de côté, avec les fragments de racines sur lesquels ils avaient été intoxiqués, furent à leur tour attentivement recherchés et étudiés. Pas un n'avait bougé, tous étaient indiscutablement morts; beaucoup étaient déjà presque entièrement fondus. Plusieurs, sur les racines aspergées à l'air libre surtout, n'étaient même plus représentés que par leur enveloppe.

» L'intoxication, dans les deux conditions où elle a été faite, a été

suffisamment énergique pour amener, dans les deux cas, une mort très rapide du Phylloxera à l'état d'insecte hivernant.

» Quant à l'appréciation des effets du gaz acide sur les plantes déposées dans le wagon fermé, les résultats, après cinq semaines d'attente et d'observations, ne sont pas aussi concluants. Pendant l'injection, la lance qui, légèrement recourbée à l'extrémité, devait projeter en haut le toxique dans le centre du wagon, ayant tourné en divers sens, les plantes avaient reçu, sur les racines et les rameaux, des gouttes d'acide liquide; celles-ci avaient produit des plaies partout où elles avaient touché.

» Ce n'est qu'après avoir tué les œufs aussi bien que les insectes, et multiplié mes expériences dans des conditions diverses, que je pourrai tirer des conclusions fondées au sujet de la désinfection des véhicules susceptibles de transporter des germes de contagion dangereux. »

M. **Roger** soumet au jugement de l'Académie un cinquième Mémoire sur la « Théorie des phénomènes capillaires ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. E. **Bourguet** adresse, pour le Concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un Ouvrage intitulé « De l'immobilisation de l'anse intestinale dans quelques opérations graves de hernie étranglée ». Cet Ouvrage est accompagné d'une analyse manuscrite.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

MM. **Glaser**, **Paillet** adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. F. **Leclerc** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 8 mars 1880 et inscrit sous le n° 3392.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note intitulée « Destruction du Phylloxera par le vaccinage de la vigne ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage intitulé « Mémoire concernant l'histoire naturelle de l'empire chinois », par des Pères de la Compagnie de Jésus. Ier Cahier, avec 12 planches.

2° Un Ouvrage intitulé « Conchyliologie fluviale de la province de Nanking et de la Chine centrale », par le *P. Hende*, VIe fascicule. (Ces deux Ouvrages sont présentés par M. Milne Edwards.)

3° Une Brochure de M. *Pecholier*, portant pour titre « Quelle est la vertu de l'opium? ». (Présenté par M. Bouillaud.)

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les fonctions cyclotomiques.* Note de M. Éd. Lucas.

« M. Sylvester a énoncé, dans les *Comptes rendus* (16 et 23 février 1880), plusieurs théorèmes sur les diviseurs des fonctions cyclotomiques et leur application à l'analyse indéterminée du troisième degré. Nous ferons observer tout d'abord que les fonctions cyclotomiques ne diffèrent que par le changement de variable des *fonctions numériques simplement périodiques*. Si l'on désigne par a et b les racines de l'équation

$$z^2 - zx + 1 = 0,$$

et si l'on pose

$$U_n(x) = \frac{a^n - b^n}{a - b},$$

le produit des diviseurs propres de la fonction $U_n(x)$ est un polynôme en x de degré égal à la moitié de l'indicateur $\varphi(n)$ de n; c'est précisément la fonction cyclotomique d'indice n. Les lois signalées par M. Sylvester ont été démontrées déjà dans mon Mémoire (*American Journal of Mathematics*, t. I, p. 210, 290-300) sous le nom de *lois de l'apparition et de la répétition des nombres premiers* dans les séries récurrentes simplement périodiques. Quant à la démonstration donnée par le P. Pépin (*Comptes rendus*, 8 mars 1880), elle ne diffère que par la forme de celle du Mé-

moire. De plus, les deux généralisations du théorème de Fermat indiquées dans la même Note sont des cas particuliers du théorème contenu dans ma Note *Sur l'extension du théorème de Fermat, généralisé par Euler, et du* Canon arithmeticus *de Jacobi* (*Comptes rendus*, 5 mars 1877). Nous avons d'ailleurs énoncé la première de ces généralisations sous la forme suivante : *Le plus grand commun diviseur de* U_m *et de* U_n *est égal à* U_d, *en désignant par d le plus grand commun diviseur de m et de n.* Cependant nous devons ajouter que cette proposition fondamentale est due à M. Genocchi.

» C'est dans la réciprocité des lois sur les diviseurs des fonctions U_n, dont l'emploi me semble préférable à celui des fonctions cyclotomiques, que l'on trouve l'explication de mes diverses méthodes de recherche des nombres premiers. Ces lois conduisent à la connaissance de séries indéfinies de théorèmes analogues à celui de Wilson et à celui de Dirichlet sur la progression arithmétique. Voici plusieurs énoncés de théorèmes wilsoniens :

» I. *Pour que* $p = 2^{4h+3} - 1$ *soit premier, il faut et il suffit que la fonction cyclotomique d'indice* $p+1$ *soit divisible par p pour* $x = \sqrt{-1}$.

» II. *Pour que* $p = 2^{12h+5} - 1$ *soit premier, il faut et il suffit que la fonction cyclotomique d'indice* $p+1$ *soit divisible par p, en supposant* $x = 3\sqrt{-1}$.

» III. *Pour que* $p = 2^{4nh+2n+1} - 1$ *soit premier, il faut et il suffit que la fonction cyclotomique d'indice* $p+1$ *soit divisible par p, en faisant* $x = 2^{n+1}\sqrt{-1}$.

» Plus généralement, connaissant x et $n = a^\alpha b^\beta c^\gamma \ldots$, on peut calculer de diverses manières deux nombres ν et ξ, de telle sorte que l'on ait, pour $U_n(x)$ premier, la congruence

$$U_\nu(\xi) \equiv 0 \quad [\text{mod. } U_n(x)],$$

et réciproquement. On doit choisir ν parmi les diviseurs de l'*indicateur quadratique* $a^{\alpha-1} b^{\beta-1} c^{\gamma-1} \ldots (a^2-1)(b^2-1)(c^2-1)\ldots$ de n.

» Quant à l'application de la théorie des diviseurs de la fonction $U_9(x)$ à l'équation cubique, elle constitue un grand progrès dans l'analyse indéterminée du troisième degré, dont la Science est entièrement redevable à M. Sylvester; mais nous ferons à ce sujet les deux remarques suivantes : 1° Le théorème énoncé à la page 289 des *Comptes rendus* est trop général, et il n'est pas exact de dire qu'aucun nombre A de la forme

$$(9pq,\ 9p^2q^2,\ 9p_1p_2^2,\ 9q_1q_2^2)$$

ne peut être décomposé en une somme ou une différence de deux cubes rationnels; il est facile de donner des exemples numériques, et ainsi, pour $p=5$, $q=11$, on a

$$9.5.11=\left(\frac{342361}{10803}\right)^3-\left(\frac{57241}{10803}\right)^3.$$

2° On a le théorème suivant : *Si x, y, z vérifient l'équation*

$$(1)\qquad x^3-3xy^2+y^3=3Az^3,$$

on peut décomposer le nombre A *en deux cubes rationnels* X:Z *et* Y:Z *par les formules*

$$\begin{aligned}X&=2x^3-3x^2y-3xy^2+2y^3,\\ Y&=x^3+3x^2y-6xy^2+y^3,\\ Z&=3z(x^2-xy+y^2).\end{aligned}$$

M. Sylvester arrive au même résultat (p. 347) par des fonctions du neuvième degré, tandis que les nôtres sont du troisième. Il y a lieu d'étudier l'équation (1), que l'on peut considérer comme un cas particulier de la suivante :

$$x^3+6x^2t-3xy^2+3xyt+9xt^2-y^3-3yt^2+t^3=Dz^3.$$

Cette dernière est résoluble en nombres entiers d'une infinité de manières lorsque le second membre est l'unité; elle se ramène à la précédente en supposant nulle l'une des inconnues x, y, t. C'est là le point de vue auquel se plaçait Lejeune-Dirichlet lui-même dans ses recherches sur l'analyse indéterminée des degrés supérieurs. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Réponse à une Note de M.* J. Boussinesq [1]; par M. **Bresse**.

« M. J. Boussinesq a communiqué récemment à l'Académie la critique d'une démonstration que j'ai donnée dans une Note précédente (*Comptes rendus*, séance du 8 mars 1880) et qui, du reste, avait été déjà indiquée par M. de Saint-Venant (Mémoire du 1er février 1869).

» Je n'ai rien à dire sur la question de priorité, sinon que je ne connaissais pas le Mémoire de M. de Saint-Venant, et je ne puis que m'excuser de

[1] *Comptes rendus*, séance du 29 mars 1880.

l'emprunt que je lui ai fait sans le savoir. Il est évident, d'ailleurs, qu'en raison de cette publication antérieure ma Note perd tout son intérêt.

» Les choses étant ainsi, on comprendra sans peine que je me dispense d'entrer dans une longue discussion sur le plus ou moins de rigueur de la démonstration dont il s'agit. Le principe sur lequel je l'ai fondée ne diffère pas notablement de celui qui avait servi à Lagrange pour établir le même théorème dans le cas des fluides parfaits. L'illustre géomètre supposait chacune des quantités α, β, γ développée en série sous la forme

$$a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + \ldots;$$

puis il faisait voir que, si α, β, γ sont nuls pour $t = 0$ (c'est-à-dire si les coefficients a_0 sont nuls), les autres coefficients $a_1, a_2, a_3, \ldots$ le sont aussi, en vertu des équations du mouvement. Au lieu de cela, je démontre que les accroissements de α, β, γ, calculés pour les positions successives d'une même molécule, après les temps dt, $2\,dt$, $3\,dt$, ..., sont constamment nuls, ce qui revient à peu près au même. On sait que Poisson refusait de reconnaître comme rigoureuse la démonstration de Lagrange. J'ai cru néanmoins pouvoir ne pas me montrer plus difficile que ce dernier, et je me suis borné à faire une réserve au sujet des cas exceptionnels où la démonstration se trouverait en défaut.

» M. J. Boussinesq affirme que cette exception se produit toujours pour les fluides incompressibles coulant sur des parois solides susceptibles de produire un frottement. Ce serait là sans doute une exception fort étendue, mais il ne la démontre bien positivement que dans un exemple particulier. »

MÉCANIQUE. — *Études sur la chronométrie : de la compensation.* Note de M. C. Rozé, présentée par M. Resal.

« La compensation est définie par les coefficients $\varkappa$ et K, relatifs à la subtance dont le spiral est formé, et par les relations que j'ai données [1].

» Pour la réaliser, on recourt exclusivement à l'emploi de balanciers à lames bimétalliques ; chacune de celles-ci, reliée par un de ses points à l'axe du système régulateur, porte en d'autres points convenablement choisis les masses dites *compensatrices*. M. Yvon Villarceau, dans un Mé-

[1] *Comptes rendus*, séance du 5 avril 1880, p. 807.

moire fort étendu sur *le mouvement et la compensation des chronomètres*, a donné, avec beaucoup de développements, la théorie des lames bimétalliques et discuté l'influence de certains termes dépendant du carré de la température; les coefficients de dilatation avaient des valeurs constantes. Depuis, les variations de ces coefficients avec la température ayant été données par M. Fizeau ([1]), j'ai aussitôt repris l'analyse de M. Yvon Villarceau, en ne négligeant aucun terme plus grand que le carré des coefficients de dilatation.

» Je me bornerai aujourd'hui à donner le résultat de l'application des formules générales que j'ai ainsi établies au cas du balancier usuel des chronomètres français, type de M. Winnerl par exemple. Soient R et R_0 les rayons de courbure, correspondant aux températures T et T_1, de la surface cylindrique commune aux deux lames partielles; ε le coefficient de variation avec la température de la longueur d'un arc de directrice de cette surface; δ', Δ', δ'', Δ'' les coefficients de dilatation des substances formant la lame intérieure et la lame extérieure; γ', γ'' les coefficients de variation, relatifs aux mêmes substances, du coefficient d'élasticité avec la température; e l'épaisseur totale de la lame; enfin θ_1 la différence $T - T_1$. On trouve, dans le cas indiqué,

$$\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0} = 1,34\frac{\delta''-\delta'}{e}\left\{1 + \left[1,106\frac{\Delta''-\Delta'}{\delta''-\delta'} - 0,084\frac{\Delta''}{\delta''} - 0,023\frac{\Delta'}{\delta'} + 0,685(\gamma''-\gamma') \right.\right.$$
$$\left.\left. - 0,8\delta'' + 0,6\delta' - 0,8\varepsilon\right]\theta_1\right\}\theta_1,$$

d'où, aisément, les coefficients φ et Φ de la formule

$$R = R_0(1 + \varphi\theta_1 + \Phi\theta_1^2).$$

» Il faut conclure de là la variation du moment d'inertie du balancier. Si ρ est la distance de l'axe à un point de la surface commune aux deux lames partielles défini par l'angle ω compté à partir de la barrette, ξ la distance du centre de courbure à l'axe du balancier, comptée positivement du côté du point d'encastrement, on a

$$\rho^2 = R^2 + \xi^2 + 2R\xi\cos\omega.$$

» D'ailleurs, les lames étant, dans le cas du balancier ordinaire, par construction, circulaires et concentriques à l'axe du système pour une température donnée T_1, on a

$$\xi = -R_0[(\varphi - \delta)\theta_1 + (\Phi - \Delta)\theta_1^2],$$

([1]) *Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1870.

δ et Δ étant les coefficients de dilatation de la barrette, et, d'autre part,

$$R\omega = R_0\omega_0(1 + \varepsilon\theta_1)$$

ou

$$\cos\omega = \cos\omega_0 + (\varphi - \varepsilon)\theta_1\omega_0\sin\omega_0,$$

en s'arrêtant ici aux termes du premier degré en θ_1.

» Ces valeurs et celles de R étant portées dans l'expression de ρ^2, on trouve facilement

$$\frac{\rho^2}{R_0^2} = (1 + \delta\theta_1 + \Delta\theta_1)^2 + 2[(\varphi - \delta)(1 + \varphi\theta_1) + (\Phi - \Delta)\theta_1]\theta_1(1 - \cos\omega_0)$$
$$- 2(\varphi - \delta)(\varphi - \varepsilon)\theta_1^2\omega_0\sin\omega_0,$$

qui fait connaître la variation du moment d'inertie d'un point matériel situé sur la surface de contact. La variation du moment d'inertie de cette surface, supposée de hauteur constante, sera donnée par l'intégrale

$$\frac{1}{\omega_1 R_0^2}\int_0^{\omega_1}\rho^2 d\omega.$$

» Le moment d'inertie I du balancier étant supposé divisé en trois parties principales, la première pI se rapportant aux masses compensatrices, la seconde p'I aux lames, la troisième p''I à toutes les masses directement solidaires de l'axe, nous poserons

$$I = I_0[p(1 + \psi\theta_1 + \Psi\theta_1^2) + p'(1 + \psi'\theta_1 + \Psi'\theta_1^2) + p''(1 + \psi''\theta_1 + \Psi''\theta_1^2)],$$

qui, identifiée à

$$I = I_0(1 + \beta\theta + B\theta^2)^2,$$

donne les conditions

$$1 = p + p' + p'',$$
$$2\beta = p\psi + p'\psi' + p''\psi'',$$
$$2B + \beta^2 = p\Psi + p'\Psi' + p''\Psi''.$$

» Enfin, en considérant un balancier idéal où les masses et les lames se composeraient de points matériels situés sur la surface de contact, on trouve

$$\psi = 2(\varphi - \delta)(1 - \cos\omega_0) + 2\delta,$$
$$\psi' = 2(\varphi - \delta)\left(1 - \frac{\sin\omega_1}{\omega_1}\right) + 2\delta,$$
$$\psi'' = 2\delta$$

et

$$\Psi = 2\Delta + \delta^2 + 2[\varphi(\varphi - \delta) + (\Phi - \Delta)](1 - \cos\omega_0) - 2(\varphi - \delta)(\varphi - \varepsilon)\omega_0 \sin\omega_0,$$
$$\Psi' = 2\Delta + \delta^2 + 2[(\varphi - \delta)(2\varphi - \varepsilon) + (\Phi - \Delta)]\left(1 - \frac{\sin\omega_1}{\omega_1}\right) - 2(\varphi - \delta)(\varphi - \varepsilon)(1 - \cos\omega_1),$$
$$\Psi'' = 2\Delta + \delta^2.$$

» Nous avons supposé, pour plus de simplicité, une seule sorte de lames et de masses; s'il y en a deux, comme cela a lieu le plus ordinairement, chaque terme $p\Psi$, $p'\Psi'$ sera décomposé en autant de parties analogues.

» La substitution des valeurs numériques se rapportant au balancier spécifié plus haut, la compensation étant réalisée, donne pour β et B des valeurs dont l'accord avec celles précédemment obtenues par une méthode *a posteriori* est aussi satisfaisant qu'on pouvait l'espérer.

» Les conditions précédemment indiquées doivent être satisfaites par toutes les solutions du problème de la compensation, mais on comprend que parmi toutes celles imaginables ou seulement possibles il y ait lieu de faire un choix.

» Cette Note et la précédente sont, en substance, extraites d'un Mémoire sur le système régulateur des chronomètres, déjà complet il y a une dizaine d'années, et dont j'ai fait connaître les conclusions à diverses personnes, parmi lesquelles je citerai M. Yvon Villarceau. Si l'on songe à l'importance de la chronométrie, aux efforts faits depuis plus d'un demi-siècle en France et surtout en Angleterre pour trouver une meilleure solution du problème, on comprendra que j'aie jusqu'à présent cherché à garder le silence et que je n'entre pas davantage dans le détail des résultats auxquels je suis parvenu. Si j'ai eu le bonheur de rencontrer une bonne voie, je dois chercher à en assurer le profit à l'industrie nationale. »

MÉCANIQUE. — *Sur un nouvel indicateur dynamométrique.* Note de M. M. **Deprez.**

« Dans tous les indicateurs dynamométriques employés jusqu'ici (Watt, Richards, etc.), le crayon qui doit reproduire, en les amplifiant, les flexions du ressort dynamométrique se meut en ligne droite, parallèlement à l'axe du cylindre sur lequel est appliqué le papier destiné à recevoir le tracé. Ce cylindre reçoit d'autre part, au moyen d'une ficelle et de poulies de renvoi, un mouvement alternatif proportionnel à celui du piston de la

machine sur laquelle est appliqué l'indicateur. Le mouvement rétrograde du tambour est assuré par un ressort de rappel contenu dans un barillet et qui doit être assez fort pour maintenir la ficelle constamment tendue. Or cette condition devient très difficile à remplir quand on applique l'indicateur sur des machines faisant de quatre à cinq cents tours par minute, comme celles qui sont employées sur les bateaux porte-torpilles. En effet, si l'on désigne par ω la vitesse angulaire de la machine, par α l'angle que fait à un instant donné la manivelle motrice avec l'axe du cylindre, par r la demi-amplitude du mouvement alternatif du tambour à papier, par m la masse d'une molécule appartenant aux organes liés à ce tambour, tels que poulies de renvoi, ficelles, etc., et par k le rapport de la vitesse de cette molécule à la vitesse linéaire du papier, l'effort qu'il faut appliquer à la circonférence du tambour pour vaincre l'inertie de toutes les pièces qu'il entraîne avec lui a pour valeur

$$\omega^2 r \cos\alpha \Sigma mk^2,$$

expression dont la valeur maxima est $\omega^2 r \Sigma mk^2$. L'effort tangentiel exercé par le ressort de rappel à la circonférence du tambour doit donc être égal *au moins* à cette valeur pour que la ficelle reste tendue, et cette dernière, en revenant, doit pouvoir résister à une tension double, puisqu'elle a alors à vaincre la force d'inertie et la tension du ressort. L'expression qui vient d'être donnée étant proportionnelle au carré de la vitesse angulaire de la machine, il en résulte que l'emploi de ressorts de rappel très puissants est nécessaire quand on applique l'indicateur à des machines à mouvement rapide. Ces ressorts devant, en outre, fournir une course notable, doivent être capables d'emmagasiner un travail assez considérable; mais comme, d'autre part, leurs dimensions sont nécessairement limitées, on est conduit à les soumettre à une fatigue excessive, qui a pour résultat de fréquentes ruptures.

» Pour éviter cet inconvénient, j'ai cherché un mécanisme permettant de faire tracer le diagramme au crayon seul, le papier étant réduit au repos et collé sur une surface plane devant laquelle se meut le crayon. Or ce problème est ramené à celui-ci : Trouver un mécanisme permettant d'imprimer à un point C un mouvement qui soit à chaque instant proportionnel et parallèle à la résultante des mouvements de deux autres points A et B.

» J'ai démontré que le pantographe donne la solution cherchée si les trois points A, B, C sont ceux qui, dans cet instrument, sont toujours en

ligne droite. Il suffit alors, pour l'adapter à l'indicateur, d'attacher le point A au piston de l'instrument, le point B (qui doit être guidé en ligne droite) à la ficelle commandée par le piston de la machine, et de mettre le crayon en C. Les deux mouvements du piston de l'indicateur et du piston de la machine, multipliés chacun par un coefficient qu'on est maître de choisir arbitrairement, se composent sur le crayon, et ce dernier trace sur le papier *en repos* le diagramme représentatif du travail de la vapeur dans le cylindre de la machine.

» Cet appareil présente plusieurs avantages sur les instruments ordinaires et ne contient cependant que le même nombre de pièces. Il se prête très facilement à une succession indéfinie de tracés sur une feuille de papier très longue que l'on fait avancer d'une petite quantité à chaque coup de piston; il permet à l'observateur de vérifier à chaque instant le bon fonctionnement des organes traceurs, le papier étant en repos et la courbe toujours visible, sans qu'il soit nécessaire de rien arrêter. Enfin, la masse des organes du pantographe est tellement réduite (7^{gr}), que l'on peut obtenir des tracés exempts de vibrations dans des circonstances où les autres appareils en donnent déjà de très fortes. »

PHYSIQUE. — *Sur la déformation des tubes de verre sous de fortes pressions.* Note de M. **E.-H. Amagat.**

« Dans toutes les recherches que j'ai faites jusqu'ici sur la compressibilité des gaz, j'ai employé comme manomètres des tubes de verre ou de cristal d'à peu près 1^{mm} de diamètre intérieur, et 10^{mm} à 12^{mm} de diamètre extérieur.

» Il est évident que si ces tubes, recevant la pression seulement par l'intérieur, subissaient, comme l'opinion vient d'en être émise par M. Cailletet, un accroissement de volume sensible, les résultats que j'ai donnés seraient tous erronés d'une quantité dépendant de la grandeur de la déformation; déformation qu'on ne saurait, du reste, apprécier exactement, car il faudrait pour cela posséder un liquide absolument incompressible ou dont le coefficient de compressibilité fût rigoureusement connu.

» On peut cependant tenter de se faire une idée de l'accroissement de volume en question, en employant le mercure, dont la compressibilité, déjà très minime sous de faibles pressions, l'est vraisemblablement encore da-

vantage sous des pressions plus considérables ; c'est ce que j'ai fait avec plusieurs de mes manomètres.

» Dans l'un d'eux, en particulier, j'ai introduit, entre deux colonnes d'eau, une colonne de mercure de $0^m,22$ de longueur : elle s'y soutient facilement sans se diviser, même quand le manomètre est placé verticalement dans mon appareil. Après avoir exercé d'abord une pression de quelques atmosphères seulement, on a dirigé tangentiellement aux ménisques, dont la forme varie du reste assez facilement dans ces conditions, les réticules de deux viseurs, que j'emploie dans toutes mes expériences comparatives; puis on a poussé graduellement la pression jusqu'à 400^{atm} environ. Il est évident que, si le diamètre intérieur du tube eût subi un accroissement sensible, la colonne de mercure se fût raccourcie d'une quantité appréciable; or ce n'est pas ce qui est arrivé : la colonne s'est élevée légèrement parce que l'eau qui remplissait la partie supérieure du tube s'est un peu comprimée; mais la différence des déplacements des deux ménisques, observés dans les deux lunettes, a été tellement petite qu'il serait impossible de la mesurer exactement; elle est de l'ordre de grandeur des erreurs que peut faire commettre la simple déformation des ménisques : elle n'a certainement pas dépassé deux dixièmes de millimètre, et encore faut-il tenir compte de ce que le mercure n'est pas absolument incompressible. Or une différence d'un demi-millimètre correspondrait à une diminution de $\frac{1}{440}$ du volume considéré. On voit donc qu'il n'y a pas lieu de se préoccuper de cette cause d'erreur.

» Je me suis, du reste, assuré que les tubes ne subissent, sous l'influence de la pression, aucun allongement appréciable.

» Il n'est pas plus à craindre que les manomètres subissent de déformation à la longue sous l'influence de pressions prolongées, car ceux que j'emploie depuis plus d'un an donnent aujourd'hui au jaugeage les mêmes chiffres que lorsque je les ai jaugés pour la première fois. »

MAGNÉTISME. — *Sur quelques expériences nouvelles d'attractions magnétiques.* Note de M. **Ader**, présentée par M. du Moncel.

« Dans le siècle dernier, Muschenbrock et Brugmann avaient remarqué que beaucoup de corps en dehors des corps dits magnétiques sont impressionnables aux aimants et peuvent se trouver attirés par eux. Depuis,

plusieurs recherches ont été entreprises sur ce genre d'effets physiques par MM. Lebaillif, Saigey, Pouillet, Becquerel, etc.; mais les effets qu'ils signalent ne paraissent pas avoir l'importance de ceux que l'expérience vient de me montrer et dont je crois intéressant d'entretenir l'Académie.

» De tous les corps que j'ai essayés, tels que le bois, le papier, etc., la moelle de sureau m'a paru jouir au plus haut degré de la propriété d'être attirée par un aimant. Le phénomène s'observe déjà avec les aimants ordinaires quand on fait réagir sur cette substance leurs deux pôles rapprochés; mais, avec des aimants puissants, l'effet prend de grandes proportions. Ainsi, avec un aimant Jamin pouvant soutenir un poids de 100^{kg} et pourvu de deux petites armatures polaires séparées l'une de l'autre par un intervalle de $0^{m},002$, j'ai pu attirer à une distance de $0^{m},03$ une balle de moelle de sureau de $0^{m},005$ de diamètre, suspendue à un fil comme un pendule. J'ai même pu la soulever à une distance de $0^{m},004$, et, une fois attirée, elle y est restée collée, malgré des secousses que l'on imprimait à l'aimant.

» Avec le papier et autres matières légères, l'effet est beaucoup plus faible, et se révèle seulement quand on fait agir l'aimant sur ces corps suspendus.

» Dans toutes ces expériences, les effets sont infiniment plus énergiques quand l'aimant agit avec ses deux pôles munis de semelles de fer, rapprochées l'une de l'autre presque au contact, que quand on le fait agir directement. »

PHYSIQUE. — *Sur le point de congélation des liqueurs alcooliques.* Mémoire de M. **F.-M. Raoult.** (Extrait par l'auteur.)

« Si l'on expose un mélange d'alcool et d'eau à des températures de plus en plus basses, il se concrète de plus en plus, mais il ne se solidifie jamais complètement. La partie qui se congèle est formée de paillettes de glace pure, souvent très minces, qui retiennent par capillarité une portion plus ou moins considérable du liquide alcoolique restant. On peut enlever cette partie liquide et débarrasser ainsi la glace de toute trace d'alcool par des moyens purement mécaniques, comme M. Melsens s'en est assuré (*Comptes rendus*, t. LXXVI et LXXVII) et comme je l'ai reconnu moi-même.

» Les mélanges d'alcool et d'eau commencent à se congeler à des tem-

pératures d'autant plus basses que la proportion d'alcool y est plus forte. C'est ce que l'on voit par le Tableau suivant :

Point où commence la congélation.	Poids d'alcool mêlé à 100gr d'eau.	Titre alcoolique centésimal du mélange.
°	gr	vol
0,0	0,00	0,0
— 0,5	1,32	1,6
— 1,0	2,65	3,2
— 1,5	3,97	4,8
— 2,0	5,50	6,3
— 2,5	6,62	7,8
— 3,0	7,95	9,2
— 3,5	9,27	10,6
— 4,0	10,60	11,8
— 4,5	11,90	13,1
— 5,0	13,00	14,2
— 6,0	15,30	16,4
— 7,0	17,80	18,7
— 8,0	19,80	20,4
— 9,0	21,90	21,9
— 10,0	23,60	23,3
— 12,0	27,60	26,4
— 14,0	31,30	29,1
— 16,0	35,10	31,3
— 18,0	39,00	33,8
— 20,0	42,80	36,1
— 22,0	46,60	38,3
— 24,0	50,60	40,0
— 26,0	54,80	41,6
— 28,0	59,20	43,7
— 30,0	64,60	46,2
— 32,0	70,00	47,9

» Au moyen de ces données, on pourrait juger du titre d'un mélange d'alcool et d'eau d'après sa température de congélation.

» Ce Tableau donne lieu à plusieurs remarques, dont deux sont particulièrement importantes :

» 1° Pour les dissolutions qui renferment de 0gr à 10gr d'alcool pour 100gr d'eau, le retard du point de congélation qui résulte de l'addition de 1gr d'alcool est constant et égal à 0°,377. De plus, l'abaissement au-dessous de 0° du point de congélation est proportionnel au poids total

d'alcool dissous dans un poids d'eau constant. L'alcool agit donc ici à la manière des sels anhydres, et il faut en conclure qu'il existe dans ces mélanges à l'état anhydre et non à l'état d'hydrate.

» 2° Pour les dissolutions qui renferment de 24gr à 51gr d'alcool mêlés à 100gr d'eau, le retard du point de congélation dû à l'addition de chaque gramme d'alcool est constant et égal à 0°,528. Quant à l'abaissement total au-dessous de 0°, il n'est plus proportionnel au poids total de l'alcool. Cette circonstance indique que le corps dissous, au lieu d'être de l'alcool anhydre, est un hydrate d'alcool, du moins aux températures comprises entre − 10° et − 24°. En appliquant aux données expérimentales les méthodes de calcul indiquées par Rüdorff, on trouve que cet hydrate renferme exactement 2éq d'eau et correspond à la formule $C^4H^6O^2 + 2HO$.

» Le Tableau suivant donne les points de congélation de diverses liqueurs fermentées, rapprochés de ceux de simples mélanges d'alcool et d'eau de même titre :

Nature du liquide.	Titre alcoolique centésimal du liquide.	Point de congélation du liquide.	Point de congélation d'un mélange d'alcool et d'eau de même titre.
		°	°
Cidre	4,8	− 2,0	− 1,5
Bière	6,3	− 2,8	− 2,0
Vin rouge ordinaire	6,8	− 2,7	− 2,2
Vin blanc ordinaire	7,0	− 3,0	− 2,3
Beaujolais	10,3	− 4,4	− 3,4
Bordeaux rouge	11,8	− 5,2	− 4,0
Bourgogne rouge	13,1	− 5,7	− 4,5
Roussillon rouge	15,2	− 6,9	− 5,5
Marsala	20,7	−10,1	− 8,1

» Les liqueurs fermentées se congèlent donc toujours à une température un peu plus basse que les mélanges d'alcool et d'eau de même titre. La différence est d'autant plus grande que la proportion d'alcool est plus forte; elle est, à peu près, de $\frac{1}{10}$ de degré centigrade par degré centésimal d'alcool.

» La partie qui se congèle dans ces mélanges étant formée d'eau pure, celle qui reste liquide est plus riche en alcool que la liqueur primitive. Le point de congélation s'abaisse donc à mesure que la congélation fait des progrès, et de telle sorte qu'il correspond à chaque instant à la richesse en alcool de la partie liquide, comme l'indiquent les Tableaux précédents. On peut donc enlever de l'eau aux vins sous forme de glace et amener la

partie non congelée à un degré de concentration plus ou moins grand, que les données qui précèdent font connaître d'avance, en l'abaissant plus ou moins au-dessous du point de congélation primitif. »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Sur deux nouveaux silicotitanates de soude.* Note de M. P. **Hautefeuille**, présentée par M. Daubrée.

« La silice amorphe chauffée avec du tungstate de soude fournit de la tridymite ou du quartz; l'acide titanique cristallise également dans ce sel et prend alors l'une des formes les plus rares du *titane rutil*, car les cristaux sont maclés comme les échantillons de Grave's Mountain décrits par G. Rose.

» Le mélange des deux acides, traité par le tungstate neutre de soude à 900° environ, donne des cristaux de tridymite et de rutile associés à quelques cristaux contenant à la fois de la silice, de l'acide titanique et de la soude. On parvient à éviter la cristallisation des acides libres en employant un tungstate assez alcalin pour qu'une partie de la silice échappe à la minéralisation à l'état de silicate de soude.

» Je décrirai, dans cette Note, les cristaux obtenus en faisant réagir au rouge sombre $2^{éq}$ de silice sur un tungstate de soude qu'on a maintenu préalablement au rouge vif avec les éléments de $1^{éq}$ de titanate de soude. Ces cristaux appartiennent à deux espèces de composition différente: $4SiO^2, 5TiO^2, 2NaO$ et $3SiO^2, 2TiO^2, NaO$.

» 1° Le silicotitanate $4SiO^2, 5TiO^2, 2NaO$ se présente en nodules hérissés de pointes cristallines et formés de fibres radiées ou bien en prismes très aplatis et finement cannelés, quelquefois réunis en gerbes. Les faces des prismes et les sections des nodules possèdent un vif éclat soyeux.

» Ces cristaux sont toujours hyalins et très fortement biréfringents. Ils rayent le verre, mais ils sont très fragiles. Ils résistent aux acides qui attaquent le silicotitanate de chaux naturel.

» L'analyse leur assigne la composition suivante :

Silice (par différence).	31,83	$4SiO^2$	31,00
Acide titanique	52,08	$5TiO^2$	52,97
Soude	16,09	$2NaO$	16,03
	100,00		100,00

» Les quantités d'oxygène des éléments soude, acide titanique et silice sont donc entre elles dans les rapports 1 : 5 : 4.

» 2° Le silicotitanate $3SiO^2, 2TiO^2, NaO$ a un tout autre aspect que le précédent. Les cristaux de cette espèce sont des prismes incolores, transparents et très réfringents, isolés ou réunis en druses. Leur forme primitive est un prisme orthorhombique presque quadratique. Les faces a^1 et e^1 se retrouvent sur tous les cristaux, mais elles sont souvent très petites. Ces cristaux se clivent parallèlement aux pans d'un prisme de 91°.

	Angles observés.	Angles calculés.
mm	91°	»
h^1p	90°	»
pa^1	143°28'	»
pe^1	144°15'	143°57'

» Ces mesures conduisent à adopter pour le rapport de b à h celui des nombres 1000 : 544.

» La forme primitive est bien un prisme orthorhombique, car les plaques parallèles à la base examinées entre les nicols croisés, au lieu de rester constamment éteintes à la façon des lames perpendiculaires à l'axe principal d'un prisme quadratique, se colorent, et s'éteignent seulement suivant les bissectrices de la base rhombe.

» Ces cristaux sont difficiles à attaquer, même par le bisulfate de potasse fondu. L'analyse, faite en traitant des cristaux triés par l'acide fluorhydrique, donne les nombres suivants :

Silice (par différence)	43,86	$3SiO^2$	44,33
Acide titanique	40,00	$2TiO^2$	40,39
Soude	16,14	NaO	15,28
	100,00		100,00

» Les quantités d'oxygène des éléments soude, acide titanique et silice sont entre elles dans les rapports 1 : 4 : 6.

» Le groupe des silicotitanates s'annonce comme très riche en espèces, car nul doute qu'en remplaçant les tungstates par les vanadates on ne puisse réaliser des combinaisons intermédiaires entre ces nouveaux composés et le sphène (1 : 2 : 2).

» Les deux silicotitanates de soude se distinguent facilement par l'absence de toute coloration du rutile formé par la voie sèche, toujours jaune verdâtre quand il n'est pas violet ou bleu.

» Les cristaux de ces espèces, chauffés sur une lame de platine dans le dard oxydant du chalumeau, fondent immédiatement en fournissant une goutte vitreuse, limpide et incolore. Ce caractère est important pour les distinguer des silicates naturels, avec lesquels on pourrait les confondre. Le

verre obtenu dans la fusion de ces silicotitanates, s'il est refroidi très lentement, abandonne des cristaux aciculaires verts qui donnent à l'analyse :

Acide titanique	98,75
Soude	0,54
Silice (par différence)	0,71
	100,00

» Les cristaux formés dans ce verre appartiennent donc à l'espèce rutile.

» Les silicotitanates cristallisés, chauffés au-dessous de la température de leur fusion, sont très stables; mais, une fois qu'ils ont été fondus, ils se dévitrifient avec une remarquable rapidité. La dévitrification les transforme en une aventurine de rutile aciculaire qui se détruit lorsqu'on la porte au rouge vif; le silicate alcalin attaque en effet, à cette température, l'acide titanique cristallisé, en reproduisant un verre limpide susceptible de se dévitrifier de nouveau à une température convenable.

» La cristallisation de l'acide titanique aux dépens de ces composés vitrifiés rappelle les belles expériences de MM. Fouqué et Michel Lévy; les réactions qui la déterminent sont identiques à celles qui font cristalliser les silicotitanates dans le tungstate de soude en fusion.

» La comparaison des conditions qui président à ces cristallisations variées me paraît de nature à établir un lien entre les procédés de ces expérimentateurs et ceux que j'ai fait connaître dans mes publications sur la reproduction du quartz et sur celle des feldspaths. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'essai des pyrites par la méthode gravivolumétrique.* Note de M. A. Houzeau.

« On attaque dans un creuset de platine 1^{gr} de pyrite pulvérisée par un mélange composé de 4^{gr} de nitrate de potasse pur et de 3^{gr} de carbonate de soude également pur. La masse saline est reprise par l'eau chaude, et l'on sépare, à l'aide de la filtration, le peroxyde de fer du sulfate alcalin. Les eaux de lavage du filtre sont ajoutées à la liqueur et, après refroidissement de celle-ci, on complète exactement avec de l'eau distillée le volume d'un demi-litre.

» On prélève alors un volume de 10^{cc}, qu'on acidule avec quelques gouttes d'acide acétique pur, et l'on y dose alors rapidement l'acide sulfurique, comme nous l'avons indiqué pour les eaux séléniteuses, en faisant usage d'une solution titrée de chlorure de baryum, utilisée par l'intermé-

diaire du *gravivolumètre* en remplacement des burettes ordinaires, dont l'emploi, dans ce genre de dosage, ne fournit que des résultats erronés. Dans la *gravivolumétrie,* c'est le *poids* de la solution titrée mise en expérience qui fait connaître la quantité du réactif utilisé. Or, chaque goutte de la liqueur barytique débitée par le gravivolumètre pèse exactement $0^{gr},050$ à la température de 15°.

» Voici des résultats obtenus :

	I.	II.	III.
Soufre contenu dans 100 parties de pyrite..........	45,6	45,3	45,5

» Cependant, si l'on compare ces résultats avec ceux que fournit la méthode longue, mais généralement employée, qui consiste à attaquer la pyrite par de l'acide azotique fumant ou de l'eau régale, puis à peser le sulfate de baryte obtenu par une addition convenable de chlorure de baryum, on trouve une assez grande différence, qui s'élève parfois à plusieurs centièmes de soufre.

Voici, en effet, les résultats obtenus sur la même pyrite par l'attaque nitrique, le sulfate de baryte obtenu ayant été pesé :

	I.	II.	III.
Soufre contenu dans 100 parties de pyrite.........	47,1	46,7	47,0

» Laquelle des deux méthodes fournit des résultats exacts?

» Pour résoudre la question, nous avons eu recours à deux séries d'expériences qui sont relatées dans mon Mémoire. Je ne rapporterai ici que l'une d'elles.

» Le sulfate de baryte recueilli par la méthode des pesées (attaque nitrique) a été fondu avec du carbonate de soude pur, puis le sulfate alcalin, après sa séparation du carbonate de baryte, a été précipité à nouveau dans une liqueur acide à l'état de sulfate de baryte et pesé. Ce sulfate barytique régénéré a été encore purifié plusieurs fois de la même façon, jusqu'à ce qu'il ne changeât plus de poids. Voici d'ailleurs les chiffres obtenus :

	gr	Soufre pour 100 de pyrite. gr
Poids du sulfate de baryte trouvé directement à la suite de l'attaque nitrique...........................	0,343	47,1
Poids du même sulfate après une première fusion avec le carbonate de soude........................	0,337	47,2
Poids du même sulfate après une deuxième fusion avec le carbonate de soude........................	0,333	45,7
Poids du même sulfate après une troisième fusion avec le carbonate de soude........................	0,331	45,4

» Ainsi le sulfate de baryte obtenu à la suite du traitement de la pyrite par l'acide nitrique ou l'eau régale n'est pas pur; entre autres impuretés, il renferme du fer. Le fait est logique, car il n'est que la conséquence d'une ancienne et très importante observation de l'illustre M. Chevreul sur l'*affinité capillaire* qu'exercent certains précipités à l'égard du milieu ambiant dans lequel ils se forment.

» Il est donc de toute nécessité, dans l'essai des pyrites par la méthode des pesées, de purifier le sulfate de baryte, si l'on veut obtenir des résultats exacts. Mais là se présentent encore des difficultés que j'ai eu l'occasion d'observer au cours de ce travail et qui méritent d'être signalées. Pour la fusion du sulfate barytique avec le carbonate de soude, on devra de préférence employer comme combustible le charbon de bois.

» L'emploi du gaz d'éclairage, outre qu'il peut réduire partiellement le sulfate, apporte fréquemment aussi un élément sulfuré (HS), qui finalement se transforme en sulfate de soude dans le creuset de platine où s'effectue la fusion, soit que le principe sulfuré, ou mieux le gaz sulfureux, passe à travers le platine devenu poreux par l'incandescence, selon une très remarquable observation de M. H. Sainte-Claire Deville, soit, comme le pense M. Debray, que l'acide sulfureux pénètre dans la masse en fusion à travers l'issue que laisse toujours le couvercle des creusets.

» En résumé, tandis que, par la méthode des pesées, il faut plusieurs jours pour doser exactement le soufre contenu dans une pyrite, on arrive très rapidement au même résultat par la méthode gravivolumétrique, puisque, de même que pour l'analyse des eaux séléniteuses, il est possible d'accomplir par cette nouvelle méthode deux dosages de sulfates en moins de trente minutes une fois que la solution pyriteuse est effectuée.

» En terminant, je signale à l'Académie le concours que m'a prêté dans ces recherches M. Rivage, préparateur à l'École des Sciences de Rouen ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation du nitrate de tétraméthylammonium.* Note de MM. E. DUVILLIER et A. BUISINE.

« Juncadella ([1]) a indiqué, pour préparer la méthylamine, de faire réagir en vase clos, à 100°, sur le nitrate de méthyle, une solution alcoolique d'ammoniaque.

([1]) *Comptes rendus*, t. XLVIII, p. 349; 1859.

» Nous remplaçons dans cette préparation la solution alcoolique d'ammoniaque par une solution d'ammoniaque dans l'esprit de bois. On évite ainsi l'action de l'alcool ordinaire sur l'azotate de méthyle, qui pourrait, dans les conditions où nous opérons, donner naissance à une petite quantité d'azotate d'éthyle et par suite à de l'éthylamine.

» Dans ces conditions, en prenant 1^{mol} d'azotate de méthyle pour 1^{mol} d'ammoniaque, il se forme surtout de la monométhylamine, une petite quantité de diméthylamine et seulement une trace de triméthylamine. Nous avons constaté qu'il se formait en outre une petite quantité de nitrate de tétraméthylammonium.

» En faisant réagir le nitrate de méthyle (1^{mol}) sur la monométhylamine (1^{mol}) en solution dans l'esprit de bois, dans le but de préparer de la diméthylamine, nous avons constaté qu'il restait la moitié environ de la monométhylamine non transformée, qu'il ne s'était formé qu'une petite quantité de diméthylamine et de triméthylamine, et que le produit principal de la réaction était du nitrate de tétraméthylammonium.

» En faisant de même réagir le nitrate de méthyle sur de la diméthylamine, nous avons constaté qu'il ne se formait que peu de triméthylamine et que le produit principal de la réaction était encore du nitrate de tétraméthylammonium.

» Nous sommes parvenus à isoler le nitrate de tétraméthylammonium qui se forme dans ces réactions, en opérant de la manière suivante.

» Après avoir chassé des produits de la réaction les bases volatiles, par une ébullition en présence d'un excès de potasse, on neutralise exactement le résidu par l'acide sulfurique et on concentre. Par refroidissement, le salpêtre et le sulfate de potasse se déposent. On les sépare, on concentre fortement l'eau mère et on la traite par deux fois son volume d'alcool ordinaire bouillant; le nitrate et le sulfate de potasse, insolubles dans ces conditions, se précipitent. On filtre, on concentre fortement la liqueur alcoolique, puis on reprend le produit par son volume d'alcool absolu bouillant, qui laisse insolubles les dernières traces de sulfate de potasse. Par refroidissement, la solution alcoolique laisse déposer de grandes lamelles traversant toute la liqueur. Ces lamelles sont purifiées par une cristallisation dans l'alcool ordinaire. Elles ne renferment pas d'eau de cristallisation; elles brûlent sans laisser de résidu, avec une flamme jaunâtre, caractéristique des produits nitrés; elles peuvent être séchées à l'étuve à 130° sans s'altérer. Enfin la potasse bouillante est sans action sur

elles. Soumises à l'analyse, elles fournissent des nombres qui correspondent à la composition du nitrate de tétraméthylammonium.

» En outre, en traitant une solution aqueuse concentrée de ce sel par du chlorure de platine en excès après addition d'acide chlorhydrique, il se forme immédiatement un précipité jaune cristallin peu soluble dans l'eau. Celui-ci est séparé, lavé avec un peu d'eau et redissous dans l'eau bouillante. Par refroidissement lent, il se dépose de beaux cristaux d'un rouge orangé, en octaèdres réguliers, en tout semblables au chloroplatinate de tétraméthylammonium décrit par Hoffmann. Soumis à l'analyse, ils répondent à la composition de ce sel.

» Le nitrate de tétraméthylammonium que nous avons obtenu est un sel non déliquescent, excessivement soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool (1 partie de ce sel se dissout à 11° dans 30,5 parties d'alcool à 94 pour 100). Il est plus soluble dans l'alcool bouillant, d'où il se dépose par refroidissement en grandes lamelles traversant tout le vase.

» On voit, d'après ce qui précède, que le nitrate de méthyle ne peut fournir avantageusement que la monométhylamine et le nitrate de tétraméthylammonium; quant à la diméthylamine et à la triméthylamine, on ne peut les obtenir par ce procédé qu'en petites quantités.

» Nous avons séparé les bases volatiles formées dans ces réactions par le procédé général que nous avons indiqué précédemment [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les alcaloïdes naturels et mydriatiques de la* Belladone, *du* Datura, *de la* Jusquiame *et de la* Duboisia. Note de M. A. LADENBURG, présentée par M. Friedel.

« On peut extraire de la belladone au moins deux alcaloïdes; l'un est celui connu sous le nom d'*atropine*, qui a été obtenu pour la première fois à l'état de pureté par Meyn, et pour lequel Liebig a établi la formule exacte $C^{17}H^{23}AzO^{3}$. Il forme de beaux prismes, fondant de 113°,5 à 114°, et est caractérisé surtout par un sel d'or fondant de 135° à 137°, qui ne possède aucun éclat, et que M. de Planta a eu entre les mains à l'état de pureté.

» M. Kraut et M. Lossen ont trouvé, presque simultanément, que l'atro-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 48; 1879.

pine peut être dédoublée en *tropine* $C^8H^{15}AzO$ et *acide tropique* $C^9H^{10}O^3$, et j'ai réussi l'année dernière à reconstituer la base au moyen de ces deux constituants.

» Outre l'atropine, la belladone renferme aussi de l'*hyosciamine*, dont les propriétés seront indiquées plus bas. Mais ce deuxième alcaloïde n'y est contenu qu'en petite quantité, de telle sorte qu'il est difficile de l'isoler. Il est connu dans le commerce sous le nom d'*atropine légère*, à cause de son faible poids spécifique.

» Le *Datura stramonium* renferme principalement ce dernier alcaloïde, l'hyosciamine. Une comparaison attentive, dont je ne puis donner ici le détail, et que j'ai faite en collaboration avec l'un de mes élèves, M. G. Meyer, a démontré l'identité de la *daturine* avec l'*hyosciamine*.

» Outre l'hyosciamine, le *Datura* paraît renfermer aussi de l'atropine, quoique je ne sois pas encore parvenu à en extraire cet alcaloïde dans un état complet de pureté. On peut, du reste, trouver dans le commerce de l'atropine impure, provenant du *Datura*, sous le nom de *daturine lourde*. Celle-ci fond vers 113° et fournit un sel d'or fondant de 135° à 148°, qui est à la vérité encore brillant et dont j'ai pu extraire le sel d'or de l'hyosciamine. Si donc l'existence de l'atropine dans le *Datura* n'est pas absolument démontrée, les faits tendent pourtant à la faire admettre. C'est ainsi, par exemple, que l'on peut se procurer chez Trommsdorff d'Erfurt, sous le nom de *daturine*, un alcaloïde qui n'est autre chose que de l'atropine pure. Les observations de M. E. Schmidt (*Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1880) parlent aussi en faveur de la présence de l'atropine dans le *Datura stramonium*.

» La jusquiame renferme aussi deux alcaloïdes, qui tous deux étaient à peu près inconnus au point de vue chimique jusque dans ces derniers temps.

» J'ai étudié avec soin l'un d'eux, que j'appelle *hyosciamine*. A l'état de pureté, il forme de petites aiguilles fondant à 108°,5. Il se sépare néanmoins parfois de ses solutions sous la forme d'une gelée qui ne cristallise que peu à peu. Ses réactions le rapprochent beaucoup de l'atropine, avec laquelle il est isomérique; il s'en distingue surtout parce qu'il fournit un sel d'or fondant à 159° et présentant un vif éclat. La baryte transforme facilement l'hyosciamine en tropine $C^8H^{15}AzO$ et acide tropique $C^9H^{10}O^3$, et j'ai pu démontrer complètement l'identité de ces produits de dédoublement avec ceux provenant de l'atropine. Ce qui est décisif, entre autres, c'est la formation artificielle de l'atropine, qui réussit facilement lorsqu'on fait chauffer

longtemps le mélange de ces produits au bain-marie avec de l'acide chlorhydrique étendu. L'hyosciamine agit sur la pupille en général comme l'atropine; il doit pourtant exister des différences d'action; on ne comprendrait pas sans cela l'emploi de la duboisine alcaloïde dont il sera question plus bas.

» Le deuxième alcaloïde contenu dans la jusquiame est décidément différent de l'atropine et se caractérise surtout à l'aide du sel d'or qui se dépose en cristaux brillants fondant à 200°. Je ne puis encore rien dire des propriétés et de la composition de cette base.

» Je n'ai pu extraire jusqu'ici de la *Duboisia myoporoides* qu'un seul alcaloïde, dont j'ai réussi à démontrer l'identité avec l'hyosciamine. Il est donc probable que l'hyosciamine ou daturine légère du commerce pourra rendre les mêmes services que la duboisine dans le traitement des maladies des yeux. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De l'existence de l'ammoniaque dans les végétaux.* Note de M. H. PELLET.

« Depuis un grand nombre d'années, il a été publié par divers savants des analyses plus ou moins complètes des végétaux, dans lesquelles nous n'avons pas vu figurer l'*ammoniaque*. Cependant, pour la betterave, la question a été discutée, et il est reconnu aujourd'hui que cette racine en renferme de petites quantités. Les doses indiquées pour 100gr de matière normale correspondent à 0,015 en moyenne d'ammoniaque.

» Or, à propos d'analyses d'engrais dans lesquelles on devait doser l'ammoniaque en présence d'un excès d'acide phosphorique libre ou à l'état de superphosphate de chaux, nous avons été amenés, avec M. Marchais, à rechercher si le phosphate ammoniaco-magnésien était entièrement décomposé par la magnésie en présence de l'eau dans l'appareil ordinaire de Boussingault usité pour le dosage de l'ammoniaque. Nous avons reconnu en effet que ce sel cédait totalement son ammoniaque, que les pertes constatées dans l'analyse des engrais ammoniacaux et superphosphates avaient pour cause la saturation incomplète de l'acidité par la magnésie en poudre, et qu'il fallait, avant de procéder au dosage de l'ammoniaque par la magnésie, saturer par de la soude faible l'acidité phophorique.

» Ayant donc à rechercher l'ammoniaque dans de la betterave, j'ai pris la racine desséchée, que j'ai attaquée par l'eau et la magnésie. Le

dosage de l'ammoniaque fournissait des nombres voisins des résultats ordinaires. Mais, en opérant sur du jus de diffusion, la dose d'ammoniaque pour 100gr de sucre était plus élevée que dans le cas de l'analyse directe sur la betterave. De plus, les dosages de l'acide phosphorique et de la magnésie étaient dans le rapport de $PhO^5, 2MgO$. J'ai donc pensé que tout l'acide phosphorique pouvait être combiné à la magnésie et à l'ammoniaque pour former du phosphate ammoniaco-magnésien. Mais la dose d'ammoniaque trouvée était beaucoup trop faible. J'ai donc cherché un procédé pour estimer la quantité réelle d'ammoniaque contenue dans les végétaux. En effet, si le phosphate ammoniaco-magnésien pur se décompose par la magnésie, il pouvait parfaitement résister à cette action, étant engagé dans des combinaisons organiques. Par conséquent, voici la marche suivie. Le végétal normal ou desséché à basse température (50°-60°, car, à près de 100°, le phosphate ammoniaco-magnésien paraît perdre de l'ammoniaque) est réduit en poudre. On en traite 5gr par 200cc d'eau et 5cc d'acide azotique pur. Laisser en contact plusieurs heures et mettre ensuite au bain-marie pendant une heure : tout le phosphate ammoniaco-magnésien se trouve dans la dissolution.

» On sature par 4gr de magnésie et l'on distille de manière à recueillir 100cc. L'acide correspond à 0gr,02 d'azote pour 10cc. On porte à l'ébullition et on laisse refroidir avant de titrer par la soude.

» J'ai obtenu par cette méthode les résultats suivants en ammoniaque, pour 100gr.

Betteraves.					Blé.		Lin.
	Graines.		Racines sèches.				
Feuilles sèches.	1878.	1879.			Grain ordinaire.	Grain de Rothamsted.	Farine ordinaire.
0gr,155	0gr,168	0gr,216	0gr,196	0gr,147	0gr,16	0gr,16	0gr,188

» *Betteraves* (*feuilles*). — Les feuilles de betteraves que j'ai analysées provenaient de Alt-Jaüer (Silésie). Elles ont fourni 8,9 pour 100 de matière sèche, 2,40 de cendres pour 100 de matière normale et 2,40 d'acide phosphorique pour 100 de cendres : soit 0gr,057 d'acide phosphorique pour 100 de matière normale.

» Or, si 100gr de matière sèche renferment 0,155 d'ammoniaque; les 8gr,9 correspondent à 0gr,0138 d'ammoniaque. Si maintenant on calcule ce que les 0gr,057 d'acide phosphorique doivent saturer d'ammoniaque en supposant la formule $PhO^5, 2MgO$, on trouve 0gr,0136. Tout l'acide phosphorique et toute l'ammoniaque seraient donc dans les feuilles à l'état de

phosphate ammoniaco-magnésien. La magnésie, dans ce cas, est en excès.

» *Betteraves (racines).* — La moyenne des betteraves analysées a donné 17 pour 100 de matière sèche, contenant pour 100 de matière normale 0,113 d'acide phosphorique et 0,063 de magnésie. Ce rapport est déjà parfaitement exact pour former le PhO^5, $2MgO$. Comme ammoniaque, en prenant la moyenne des deux analyses, on a 0gr,029, tandis que la dose réclamée par 0gr,113 d'acide phosphorique correspond à 0gr,027, ce qui est peu différent. Dans la racine donc, l'acide phosphorique, l'ammoniaque et la magnésie seraient à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. La magnésie peut être cependant en excès.

» *Betteraves (graines).* — En général, 100gr de graines de betteraves à l'état normal renferment 0gr,80 d'acide phosphorique : ce qui correspondrait à 0gr,191 d'ammoniaque. Notre moyenne fournit le chiffre 0gr,192. La magnésie est encore en excès.

» M. Peligot, dans un Mémoire des plus importants (1), avait déjà indiqué qu'il existait une certaine quantité de phosphate bibasique de magnésie dans le jus de betteraves, quelle que fût la provenance de la racine, et qu'une notable quantité de l'acide phosphorique se rencontrait dans le jus sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien.

» Nos résultats montrent que tout l'acide phosphorique est à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

» *Blé (grain).* — L'un provient d'un achat fait à Paris, l'autre nous a été remis par MM. Lawes et Gilbert, les célèbres agronomes anglais. L'échantillon représente la moyenne de vingt années de culture (1852-1871). Dans les blés, on peut admettre en général 1gr,66 pour 100 de cendres et 45gr d'acide phosphorique pour 100 de cendres : soit 0gr,177 d'ammoniaque et 0gr,74 d'acide phosphorique pour 100 de matière normale. Nous avons obtenu 0gr,16. Dans ce cas, toute la magnésie serait à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Quant à l'excès d'ammoniaque, il pourrait exister dans le grain de blé sous forme de sels doubles de potasse et d'ammoniaque.

» D'après les résultats ci-dessus, l'analyse des végétaux devrait donc être faite sur le végétal normal, et l'ammoniaque dosée, si l'on veut procéder à quelques calculs relatifs aux groupements des acides et des bases. Ainsi, pour le blé, en supposant que l'ammoniaque soit fixée aux cendres, sa proportion représenterait 10 pour 100 du poids des cendres.

(1) *Comptes endus,* séance du 25 janvier 1875.

» On conçoit également toute l'importance de l'existence régulière de l'ammoniaque dans les végétaux, ce qui permet en effet de penser que la magnésie, l'acide phosphorique y pénètrent sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien, très soluble dans tous les liquides acides extraits des végétaux.

» On doit maintenant chercher quelle est la quantité d'ammoniaque que renferment tous les végétaux (tiges, feuilles, racines, grains) et si la dose en est modifiée par l'addition d'ammoniaque dans les engrais, ou d'azote sous diverses formes. Nous aurons l'occasion, du reste, de soumettre prochainement à l'Académie de nouveaux résultats sur ce sujet. »

PHYSIOLOGIE. — *De quelques faits relatifs à la digestion gastrique des poissons.* Note de MM. **Ch. Richet** et **Mourrut**, présentée par M. Vulpian.

« Nos recherches ont porté sur les poissons du genre *Scyllium* et sur la Baudroie (*Lophia piscatorius*). Nous avons constaté que l'activité digestive de la muqueuse stomacale n'est pas comparable chez ces divers poissons. Alors que 5^{gr} de l'estomac d'un Scyllium digèrent facilement en quelques heures 6^{gr} de fibrine, c'est à peine si 40^{gr} de la muqueuse de la Baudroie, convenablement acidifiée, peuvent agir sur 3^{gr} de fibrine. Au bout de douze heures, la fibrine est encore à l'état de fibrine dissoute, non peptonisée (c'est-à-dire précipitant par l'acide azotique). Cette expérience ayant été souvent répétée dans des conditions variées avec les mêmes résultats, il est permis de conclure qu'il existe chez les divers poissons, comme dans les autres classes de Vertébrés, de très grandes différences pour la richesse en pepsine de leur muqueuse stomacale.

» L'acidité des liquides contenus dans l'estomac est extrême, ainsi que l'un de nous a déjà eu l'occasion de le constater (*Comptes rendus*, 1878, t. LXXXVI, p. 676). Cette acidité varie de 6^{gr} à 15^{gr} en poids de HCl par litre. Un Scyllium pesant 7^{kg} contenait dans son estomac 450^{gr} de matières pulpeuses, à demi digérées, dont l'acidité totale répondait à $3^{gr},57$ de HCl, c'est-à-dire environ $0^{gr},5$ de HCl par kilogramme de l'animal. Dans d'autres expériences, nous avons trouvé des chiffres analogues. Ainsi, d'une manière absolue, comme par rapport au poids de l'animal, la quantité de l'acide sécrété est très considérable.

» Cette acidité est plus grande pendant la digestion, et, lorsque l'animal est à jeun, c'est à peine si l'on trouve dans l'estomac quelques gouttes d'un

mucus faiblement acide, rougissant à peine le tournesol. Si d'ailleurs on expose à l'air et à la chaleur le mélange alimentaire et pulpeux de la cavité stomacale, on constatera une augmentation de plus du double de la richesse acide du mélange.

» Pour apprécier comparativement la richesse en pepsine des sucs gastriques, soit mélangés aux aliments, soit obtenus par macération de la muqueuse, nous avons fait un grand nombre de digestions artificielles comparatives. Ces expériences nous ont donné les résultats suivants.

» 1° Dans un milieu neutre, il n'y a pas de digestion, mais seulement putréfaction.

» 2° Si l'acidité est trop considérable, soit de 25gr de HCl par litre, la transformation de la fibrine en peptone ne peut plus s'opérer.

» 3° Le liquide alimentaire (suc gastrique mixte) agit d'autant mieux qu'il est moins purifié. Non décanté, il agit mieux que décanté, et surtout le liquide filtré est beaucoup moins actif que le liquide non filtré, simplement décanté. Il semble que la pepsine ne puisse passer facilement à travers le filtre. Peut-être n'existe-t-elle pas à l'état de dissolution, mais est-elle seulement contenue dans des cellules glandulaires, incomplètement désagrégées.

» 4° 5gr du suc gastrique mixte peuvent, dans l'espace de trois ou quatre heures, transformer complètement en peptone 6gr de fibrine. En prenant 1gr de muqueuse stomacale, en la broyant avec de l'eau acidifiée, on a un extrait qui peut peptoniser en trois ou quatre heures 6gr de fibrine. Par conséquent, la muqueuse de l'estomac peptonise durant un très court espace de temps six fois son poids de fibrine.

» 5° Si, en dehors de l'état de digestion, on recueille le mucus acide contenu dans l'estomac, on constate que, même après avoir été convenablement acidifié, c'est un liquide peu actif et peu riche en pepsine, alors que dans l'état de digestion le contenu stomacal est toujours très riche en pepsine. Il y a donc sur ce point analogie complète entre ce qui existe chez les Vertébrés supérieurs et chez les poissons.

» 6° La température augmente la rapidité des peptonisations. Cependant, à des températures relativement basses, le suc gastrique de poisson peptonise la fibrine. A la température de 12°, 1gr de muqueuse stomacale macérée dans 40gr d'eau acidulée a peptonisé en cinq heures 3gr de fibrine. A la même température, 0gr,02 de pepsine de porc très active n'ont pas eu d'action digestive bien manifeste.

» 7° Si l'on compare le suc gastrique de poisson à du suc gastrique de

chien, on voit qu'on ne peut établir de rapport exact entre eux que pour une température déterminée. A 40°, du suc gastrique de chien l'emporta en activité sur du suc gastrique de poisson. A 32°, ce fut le contraire.

» 8° Il semble que le suc gastrique de poisson n'agisse sur l'amidon ni à la température ordinaire, ni à 40°, ni dans un milieu acide, ni dans un milieu neutre. Peut-être est-ce à cause de l'écoulement perpétuel de salive dans l'estomac que, chez les Mammifères, il y a saccharification des fécules pendant la digestion gastrique.

» Pour faire ces diverses expériences, il est nécessaire de prendre des animaux très frais, ou mieux vivant encore, car en quelques heures l'estomac se digère lui-même, et la muqueuse stomacale a complètement disparu, par suite de cette autodigestion. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Analyses de chlorophylle.* Note de M. **Rogalski.**

« J'ai trouvé, dans le n° 9 du 27 février du *Botanische Zeitung,* une traduction allemande du Mémoire de M. Arm. Gautier inséré dans les *Comptes rendus* du 17 novembre 1879. M. Gautier y présente les résultats d'une analyse élémentaire de chlorophylle cristallisée et fait remarquer que les résultats auxquels il est parvenu sont à peu près identiques à ceux de l'analyse élémentaire publiée par le professeur Hoppe-Seyler dans les *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft* du 1er septembre 1879 et relative à un corps qu'il nomme *chlorophyllane.*

» Je possède sur ce sujet des résultats personnels que je prends la liberté de présenter.

» J'ai donné dans ma dissertation inaugurale, intitulée *Rôle de la chlorophylle dans l'assimilation,* datée du 30 juin 1879 et acceptée par la Faculté philosophique de l'Université jagellane de Cracovie, des analyses élémentaires de chlorophylle végétale.

» Voici quels ont été mes résultats :

Première analyse.

		Pour 100.
1° Substitution organique.	C	73,199820
	H	10,5
	N	4,14
	O	x
2° Cendres (Ca)		1,674

Seconde analyse.

			Pour 100.
1° Substitution organique.	C	....	72,830264
	H	....	10,254978
	N	....	4,14
	O	....	»
2° Cendres		....	1,639

Résultats de l'analyse de M. Gautier.

	Pour 100.
C	73,97
H	9,80
N	4,15
Cendre (phosphates)	1,75
O	10,33

» Si l'on considère que toutes les analyses de chorophylle faites jusqu'alors se contredisaient complètement, la ressemblance n'en devient que plus frappante.

» Les résultats analytiques que j'ai obtenus sont, tant soit peu, antérieurs à ceux qui furent publiés par le professeur Hoppe-Seyler et par M. Arm. Gautier; d'autre part, l'analogie des résultats paraît indiquer l'individualité du corps analysé.

» Quant à la méthode qui m'a permis d'obtenir la chlorophylle chimiquement pure, je me bornerai à indiquer que j'ai eu recours, comme M. Gautier, à la méthode de Frémieux, basée sur l'emploi de l'alcool convenablement dilué. La qualité de la chlorophylle que j'ai obtenue ne diffère point de celles que décrit M. Gautier, quoique je n'aie pas d'observations précises sur la figure cristalline de la chlorophylle.

» La chlorophylle que j'ai soumise à l'analyse provenait du *Lolium perenne;* les résultats obtenus détruiront probablement les doutes de M. Arm. Gautier au sujet des différences entre les chlorophylles des Monocotylédones. »

ZOOLOGIE. — *De la formation de la coquille dans les Hélix*. Note de MM. Longe et E. Mer, présentée par M. Milne Edwards.

« La coquille des Hélix se compose de deux assises principales de nature organique et minérale, revêtues d'une cuticule uniquement organique. La première de ces assises est formée, en commençant par l'extérieur, d'une

couche à striation confuse, ayant à peu près l'épaisseur de la cuticule, et d'une autre plus épaisse, constituée par des prismes verticaux. C'est à elle qu'est due la coloration générale de la coquille, de même que celle des taches et des bandes. La deuxième, qui est incolore et que l'on désigne communément sous le nom de *nacre*, comprend plusieurs strates de prismes disposés horizontalement et dont les axes, dans deux couches successives, sont à peu près perpendiculaires entre eux. La cuticule et les assises calcaires sont produites par des régions différentes du manteau, d'autant plus rapprochées du collier que les couches sont plus superficielles. La cuticule est formée par un appareil que nous ne croyons pas avoir encore été décrit et que nous avons appelé *appareil cutogène*. Il est constitué par deux organes spéciaux, situés immédiatement derrière le collier. L'un d'eux se compose d'un sillon auquel nous avons donné le nom de *sillon palléal*, parallèle au bord du manteau et au fond duquel viennent s'ouvrir des culs-de-sac glandulaires; l'autre, situé derrière le premier, apparaît sur une coupe antéro-postérieure, comme un coin épithélial enfoncé dans la substance du manteau. Il est constitué par de longues cellules verticales, en forme de bouteilles, dont l'orifice s'ouvre à la base de l'organe que nous désignons provisoirement sous le nom d'*organe épithélial*. Ces cellules renferment des granulations isolables dans la potasse et un noyau situé à leur partie profonde. On doit les regarder comme des cellules épithéliales différenciées.

» L'appareil cutogène existe déjà chez l'embryon renfermé encore dans les enveloppes ovulaires. A cette époque, la coquille est déjà pourvue d'une cuticule. Il subsiste pendant toute la durée de la croissance du jeune Hélix; l'organe épithélial s'y montre sous l'aspect d'un liséré blanc, contournant le bord du manteau. Chez l'adulte, il disparaît et se trouve remplacé par le tissu du manteau. Les cellules à long col se transforment en cellules épithéliales ordinaires, pouvant produire de la nacre. Le sillon palléal subsiste toujours, au contraire, mais les culs-de-sac glandulaires qui en garnissent le fond s'atrophient peu à peu. La conséquence de cette disparition et de cette atrophie est qu'une cicatrice de la coquille ne peut pas plus se recouvrir de cuticule dans cette région que dans les autres parties du manteau, tandis que cela a lieu lorsque l'animal est encore dans sa période de croissance.

» D'après nos observations, le rôle de l'appareil cutogène serait le suivant.

» Les glandes du sillon palléal sécrètent du mucus, peut-être cette

substance que les chimistes ont trouvée associée au calcaire des coquilles et qu'ils ont nommée *conchyoline*.

» Les cellules à long col de l'organe épithélial déposent ensuite dans la membrane émanée du sillon palléal les granules qu'elles renferment. La cuticule est le résultat de cette double sécrétion. Ce qui nous autorise à penser qu'il en est ainsi, c'est que, lorsqu'un jeune Hélix accroît sa coquille, on le voit appliquer intimement le bord du manteau contre la partie formée en dernier lieu, de manière que l'appareil cutogène affleure cette partie. Au-dessus du sillon apparaît bientôt une membrane dépourvue de calcaire. L'animal est si adhérent à la coquille, qu'il ne réagit pas contre de légères excitations qui, en d'autres moments, l'y feraient rentrer immédiatement. On peut parfois arriver à le tuer dans cette position et à pratiquer des coupes antéro-postérieures intéressant à la fois l'appareil et la cuticule en formation. Dans quelques-unes de ces coupes, nous avons vu une traînée de matière sortir du sillon et s'imprégner, au-dessus de l'organe épithélial, de granulations échappées des cellules de ce dernier, dont le rôle semblerait être de consolider la membrane sécrétée par les culs-de-sac glandulaires.

» On sait que le principal caractère des Hélix adultes consiste dans le redressement du bord de la coquille sous forme de visière. D'après ce qui précède, ce redressement s'explique de la manière suivante. Après l'atrophie de l'organe épithélial, la portion du manteau qu'il occupait s'affaisse et entraîne dans cette dépression la partie de la cuticule qui le recouvrait. La portion antérieure de cette membrane située au-dessus du sillon palléal, dont le niveau n'a pas varié, se trouve ainsi relevée et ne tarde pas à être tapissée à sa face interne par les dépôts calcaires que cette région a acquis la propriété de sécréter.

» Toutes les parties du manteau postérieures à celles que nous venons de considérer concourent à la formation de la nacre. Quant aux formes primitives sous lesquelles se déposent les éléments constitutifs des diverses couches calcaires, nous nous bornerons aux remarques suivantes. Si l'on examine à plat un lambeau de la fine membrane détaché du bord d'une coquille en voie d'accroissement, on remarque que la partie la plus récente est formée presque exclusivement par la cuticule ; un peu plus en arrière, celle-ci est garnie de traînées de granules sphériques ; plus loin encore ces granules forment une couche calcaire continue tapissant la face profonde de la cuticule. C'est d'une autre manière que, sur un jeune Hélix auquel on a enlevé une portion de l'appareil cutogène, se constitue la couche la

plus extérieure au-dessus de l'endroit mutilé. On voit apparaître d'abord des bâtonnets de nature calcaire qui se renflent peu à peu aux deux extrémités et prennent la forme de bissacs. Par l'addition de nouvelles particules, ces bissacs se transforment en sphères dont les dimensions augmentent par dépôts concentriques à stries rayonnantes. Ces sphères finissent par se toucher. La première assise calcaire se forme donc différemment suivant qu'elle se trouve à nu ou abritée par la cuticule. C'est aussi sous l'apparence de bâtonnets et de sphères que, chez l'adulte aussi bien que chez le jeune, se déposent les éléments de la couche la plus extérieure dans les fragments cicatriciels consécutifs aux dénudations. Il en est de même dans les épiphragmes, avec cette différence qu'aux sphères à couches concentriques viennent se mêler des granulations déversées par les glandes à calcaire du collier. Nous nous sommes assurés que les cicatrices de la coquille se forment même quand la partie dénudée est recouverte immédiatement par un fragment correspondant à celui qui a été enlevé. De fines lames de mica introduites entre la coquille et le manteau se sont tapissées, à la face interne, d'un dépôt calcaire. »

M. Ch. Antoine adresse un Mémoire sur « les propulseurs hydrauliques ». (Ce travail est destiné à compléter un premier Mémoire présenté le 11 avril 1870.)

M. Ch. Trémaux adresse une Note sur la réductibilité au nombre de vingt et un des trente-six coefficients des équations de l'élasticité de Poisson.

L'auteur appuie sa démonstration sur la nécessité, pour l'expression du travail, d'être une différentielle exacte.

M. Ch. Stewart adresse la description d'une lampe électrique.

M. J. Lippmann adresse une Note relative à des expériences d'attraction électrique.

M. G. Babitscheff adresse une Note sur la transformation de la chaleur en électricité.

M. A. Brachet adresse une Note sur la reproduction du diamant.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 AVRIL 1880.

Sur la possibilité de la navigation commerciale dans la mer glaciale de Sibérie. Mémoire soumis à S. M. le roi de Suède et de Norvège; par A.-E. NORDENSKIÖLD. Stockholm, Boktryckeriet, 1879; in-8°.

Les lois de la circulation du sang; par H. PIDOUX. Paris, Asselin et Cie, 1879; in-8°.

De la gourme ou variole du cheval; par M. TRASBOT. Paris, G. Masson, 1880; in-8°.

La médecine du Thalmud ou tous les passages concernant la médecine extraits des vingt et un traités du Thalmud de Babylone; par le Dr RABBINOWICZ. Paris, chez l'Auteur, 1880; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Les moteurs animés des armées; par A. SANSON. Versailles, Cerf et Cie, 1879; br. in-8°. (Extrait de la *Philosophie positive*.)

Revue géologique suisse pour l'année 1879; *par* E. FAVRE. Genève, H. Georg, 1880; in-8°.

Les échanges internationaux littéraires et scientifiques; par ALPH. PASSIER (1832-1880). Paris, A. Picard, 1880; br. in-8°.

Note sur l'action physiologique et thérapeutique de la carica-papaya; par le Dr MONCORVO, traduit du portugais par le Dr E. MAURIAC. Bordeaux, impr. Gounouilhou, 1880; br. in-8°.

Recherches sur les variations de la scintillation des étoiles selon l'état de l'atmosphère. — Description d'un nouveau scintillomètre et recherches sur la scintillation des étoiles. — De l'influence des aurores boréales sur la scintillation des étoiles. — Recherches sur les changements de couleurs qui caractérisent la scintillation des étoiles de teintes rouge et orangée, ou du troisième type. — Notice sur les variations d'intensité de la scintillation. — Notice sur la scintillation de l'étoile principale de γ d'Andromède. — Sur la prédominance de la couleur bleue dans les observations de scintillation, etc. — Disposition expérimentale appliquée

à l'étude des étoiles colorées; par M. CH. MONTIGNY. Bruxelles, impr. F. Hayez, 1876-1879; 8 br. in-8°.

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. XII, novembre 1879. Roma, 1879; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Sailing directions for the coast of Ireland, Part II. — *Sailing directions for the Bristol Channel.* — *The China sea directory,* vol. II. — *Australia directory,* vol. II. — *Tide tables for the British and Irish ports for the year* 1880. — *Admiralty catalogue of charts, plans and sailing directions.* — *The Admiralty list of lights on the coasts and lakes of British North America,* 1880. — *The admiralty list of lights in the West-India islands and adjacent coasts,* 1880. — *The admiralty list of lights on the West, South, and South-East coasts of Africa, Madeira, Canary islands, etc.,* 1880. — *The admiralty list of lights in South America, Western coast of North America, Pacific islands, etc.,* 1880. — *The admiralty list of lights in South Africa, East-Indies, China, Japan, Australia, Tasmania and New-Zealand,* 1880. — *The admiralty list of lights on the north and west coasts of France, Spain and Portugal, etc.,* 1880. — *The admiralty list of lights in the Mediterranean, Black and Azof seas, and gulf of Suez,* 1880. — *The admiralty list of lights in the British islands,* 1880. — *The admiralty list of lights in the North sea (Belgium, Holland, Denmark, Germany, Russia, Sweden, Norway), the Baltic and the White sea,* 1880. — *The admiralty list of lights in the United States of America,* 1880. London, GEORGE E. EYRE and W. SPOTTISWOODE. 1879-1880; 16 vol. ou br. in-8°, avec 35 cartes grand aigle.

Memorie della reale Accademia delle Scienze di Torino, t. XXXI. Torino, Paravia, 1879; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 AVRIL 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Du problème inverse du mouvement d'un point matériel sur une surface de révolution;* par M. **H. Resal**.

« Étant données une surface de révolution et une courbe tracée sur cette surface, la courbe peut être considérée comme étant décrite par un point matériel m qui se déplace sur la section méridienne en même temps que le plan méridien tourne autour de l'axe de révolution. Il y a évidemment entre ces deux mouvements une certaine dépendance, qui se déduira de la nature même de la courbe donnée.

» Nous pouvons supposer que la masse du point décrivant est égale à l'unité, pour ne pas nous embarrasser d'un facteur commun qui disparaîtrait dans les équations finales.

» Proposons-nous maintenant de déterminer les conditions que doivent remplir les composantes, suivant la méridienne et la tangente au parallèle, d'une force capable de faire décrire au mobile, dans son double mouvement, la courbe donnée. (Il n'y a pas lieu de s'occuper de la composante normale, qui est complètement arbitraire, pourvu qu'elle soit suffisante pour maintenir le mobile sur la surface.)

» Parmi tous les systèmes de ces composantes, dont le nombre satisfait aux conditions qu'il s'agit de trouver, il y en aura un qui sera plus simple que tous les autres, et c'est ce système qu'il conviendra de choisir.

» On évaluera ensuite la *composante géodésique* (perpendiculaire à la vitesse dans le plan tangent), dont on déduira la position du plan osculateur, et par suite le rayon de courbure de la courbe donnée.

» *Emploi des coordonnées sphériques.* — Soient

Oz l'axe de révolution;

Oy la perpendiculaire en un point O de cet axe comprise dans le plan du méridien mobile;

ψ (longitude) l'angle formé par Oy, avec l'une de ses positions antérieures bien définie Oy_0;

m la position du mobile correspondant à la longitude ψ, à la latitude $\theta = mOy$ et au rayon vecteur $r = Om$;

$mI = r\cos\theta$ le rayon du parallèle passant par m;

$d\sigma = \sqrt{dr^2 + r^2 d\theta^2 + r^2\cos^2\theta\, d\psi^2}$ l'arc élémentaire de la section méridienne;

α l'angle formé par la normale à cette courbe avec Om, donné par

$$\text{(1)} \qquad \tang\alpha = -\frac{1}{r}\frac{dr}{d\theta}.$$

» Soient, de plus,

R le rayon de courbure de la section méridienne;

J l'intersection de la méridienne avec Oy;

T, P les composantes de la force extérieure estimées suivant la méridienne dans le sens de $d\theta$ et la tangente au parallèle dans le sens de ψ.

» Nous avons

$$\text{(2)} \qquad mJy = \theta + 90^\circ - \alpha.$$

» Si entre les équations de la courbe donnée on élimine successivement φ et r, on obtiendra deux relations de la forme

$$\text{(3)} \qquad r = F(\theta),$$

$$\text{(4)} \qquad \psi = f(\theta),$$

dont la première n'est autre chose que l'équation polaire de la courbe méridienne.

» L'accélération relative de m est $\frac{d^2\sigma}{dt^2}$. Les accélérations apparentes dues à la rotation $\frac{d\psi}{dt}$ sont :

» 1° L'accélération centrifuge

$$(a)\qquad v\cos\theta\,\frac{d\psi^2}{dt^2},$$

dirigée suivant Im;

» 2° L'accélération tangentielle d'entraînement changée de sens

$$(b)\qquad v\cos\theta\,\frac{d^2\psi}{dt^2},$$

dont la direction est opposée à celle de P ;

» 3° L'accélération centrifuge composée, due à la vitesse relative projetée sur le plan de l'équateur

$$\frac{d.m\mathrm{I}}{dt}=\frac{dv\cos\theta}{dt},$$

et dont la direction est la même que celle de l'accélération ci-dessus; elle a pour valeur

$$(c)\qquad 2\,\frac{d\psi}{dt}\,\frac{dv\cos\theta}{dt}.$$

» Le théorème de Coriolis donne, suivant les directions de P et de T,

$$(5)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{d^2\sigma}{dt^2} &= \mathrm{T} - v\cos\theta\sin(\theta-\alpha)\,\frac{d\psi^2}{dt^2},\\ \mathrm{o} &= \mathrm{P} - v\cos\theta\,\frac{d^2\psi}{dt^2} - 2\,\frac{d\psi}{dt}\,\frac{dv\cos\theta}{dt}. \end{aligned}\right.$$

» Si l'on prend pour variable $\omega=\frac{d\theta}{dt}$ au lieu de t, et que l'on pose $\omega^2=w$, on reconnaît facilement que ces équations deviennent

$$\mathrm{T} = w\,\frac{d^2\sigma}{d\theta^2}+\frac{1}{2}\,\frac{dw}{d\theta}\,\frac{d\sigma}{d\theta}+w^2 v\cos\theta\sin(\theta-\alpha)\frac{d\psi^2}{d\theta^2},$$

$$\mathrm{P} = v\cos\theta\left(w\,\frac{d^2\psi}{d\theta^2}+\frac{1}{2}\,\frac{dw}{d\theta}\,\frac{d\psi}{d\theta}\right)+2w\,\frac{d\psi}{d\theta}\,\frac{dv\cos\theta}{d\theta}.$$

» On voit ainsi que w est indéterminé et que l'on obtiendra les expressions les plus simples de T et de P en supposant $w=1$, ce qui revient à prendre $\theta=t$. On a alors

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned} \mathrm{T} &= \frac{d^2\sigma}{d\theta^2}+v\cos\theta\sin(\theta-\alpha)\,\frac{d\psi^2}{d\theta^2},\\ \mathrm{P} &= v\cos\theta\,\frac{d^2\psi}{d\theta^2}+2\,\frac{d\psi}{d\theta}\,\frac{dr\cos\theta}{d\theta}. \end{aligned}\right.$$

» En appelant i l'angle formé par la tangente à la courbe donnée avec la méridienne, on a évidemment

$$v \cos\theta \, d\psi = v \, d\theta \tan i,$$

d'où

(7) $$\tan i = \cos\theta \frac{d\psi}{d\theta}.$$

» La composante géodésique de la force extérieure sera

(8) $$S = T \sin i - P \cos i = \cos i (T \tan i - P).$$

» Si, au lieu de se donner la relation (4), on veut la déterminer de manière que la courbe soit une ligne géodésique de la surface, elle sera remplacée par $S = 0$ ou par

(9) $$T \tan i = P.$$

» Revenons au cas général et désignons par χ l'inclinaison du plan osculateur de la courbe sur le plan normal à cette courbe dont l'élément est désigné par ds. Nous avons

$$ds = \frac{v \, d\theta}{\cos i}.$$

» La courbure géodésique étant $\frac{\tan\chi}{R}$, il vient, en se reportant à un théorème connu,

$$\frac{v^2}{\cos^2 i} \frac{\tan\chi}{R} = S,$$

d'où

(10) $$\tan\chi = \frac{SR \cos^2 i}{v^2}.$$

» La détermination de l'angle χ conduit naturellement au rayon de courbure de la courbe donnée en vertu du théorème de Meusnier.

» *Application aux courbes sphériques.* — Nous avons, dans ce cas,

$$\alpha = 0, \quad r = R = \text{const.}, \quad \sigma = R\theta.$$

» En posant

$$u = \frac{d\psi}{dt},$$

les équations (6) donnent

$$\frac{T}{R} = \sin\theta \cos\theta \, u^2,$$

$$\frac{P}{R} = \cos\theta \frac{du}{d\theta} - 2u \sin\theta.$$

» Si la courbe est une loxodromie, on a (7)

$$u = \frac{\text{tang}\, i}{\cos i}, \quad \frac{du}{d\theta} = \frac{\text{tang}\, i \sin\theta}{\cos^2\theta},$$

$$\frac{T}{R} = \text{tang}^2 i \,\text{tang}\,\theta,$$

$$\frac{P}{R} = -\,\text{tang}\, i \,\text{tang}\,\theta,$$

$$\frac{S}{R} = \text{tang}\, i \,\text{tang}\,\theta$$

et enfin

$$\text{tang}\,\chi = \sin i \,\text{tang}\,\theta.$$

» Cette formule, qui se vérifie pour $i = 0$ et $i = 90^\circ$, c'est-à-dire pour une section méridienne et les parallèles définis par les angles $\pm\theta$, montre que χ *est un côté d'angle droit d'un triangle sphérique, opposé à l'angle* θ, *et dont l'autre côté d'angle droit est* i, d'où une construction que l'on peut facilement effectuer. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les déplacements réciproques des éléments halogènes;* par M. **Berthelot** (¹).

« **1.** Abordons aujourd'hui la question des déplacements réciproques entre les éléments halogènes. On sait comment le chlore déplace l'iode et le brome ; comment le brome déplace l'iode dans les combinaisons métalliques : tous ces déplacements sont conformes à la théorie thermique. En effet, les corps halogènes étant supposés gazeux, et les composés purs et solides :

$K + Cl = KCl$, dégage.........	+105,0
$K + Br = KBr$, dégage.........	+100,4
$K + I = KI$, dégage.........	+ 85,4

» **2.** Les déplacements inverses ne sauraient être exécutables dans les mêmes conditions. Cependant ils pourraient le devenir dans des conditions spéciales : soit à cause de la dissociation des composés primitifs; soit même dans les conditions où ces composés sont stables, par suite de la formation des composés secondaires, tels que le chlorure et le bromure

(¹) Voir ce Volume, p. 841.

d'iode, et les composés formés en proportions multiples, par exemple, le triiodure ou le tribromure de potassium, ou bien encore les deux chlorures de fer, les deux chlorures de mercure, de cuivre, etc. Ajoutons, d'ailleurs, que, dans les cas où les composés formés par les corps halogènes sont dissociés, on conçoit la possibilité de transformations complètes, suivant deux sens opposés, toutes les fois que les produits sont éliminables.

» De telles transformations sont possibles, en effet, en raison de la dissociation des composés secondaires et d'après un mécanisme thermique très digne d'intérêt, que j'ai mis en évidence par l'étude des déplacements inverses de l'oxygène et du chlore, unis à certains métaux, tels que l'arsenic; comme aussi par l'étude des déplacements inverses de l'oxygène et de l'iode unis au potassium [1]. Il faut et il suffit pour cela que la formation des composés secondaires dégage une quantité de chaleur, supérieure à la chaleur absorbée par la substitution directe dans les composés du premier ordre. Observons, en outre, que de tels composés ne sauraient intervenir, que s'ils existent par eux-mêmes à la température des réactions, et dans la proportion ou ils existent; c'est-à-dire jusqu'à la limite définie par leur coefficient propre de dissociation.

» Examinons s'il en est ainsi dans le cas des métaux alcalins unis aux éléments halogènes, en opérant à une température où les composés du premier ordre sont stables.

» 3. La substitution de l'iode au brome aurait lieu d'après l'équation : $I^4 + KBr = KI^3 + IBr$, laquelle dégage, depuis l'iode gazeux :

$$-15 + 22,7 = +7,7.$$

» La substitution du brome au chlore : $Br^4 + KCl = KBr^3 + BrCl$, dégage, depuis le brome gazeux :

$$-4,6 + 15,5 + \alpha = +10,9 + \alpha \quad (^2).$$

» Les deux réactions sembleraient donc possibles, sous cette double condition : que les tribromure alcalin, triodure alcalin, chlorure d'iode, bromure d'iode existassent réellement à la température des réactions, c'est-à-dire vers 400° à 500°; et que l'on fît entrer en ligne la chaleur dégagée par le changement d'état des éléments gazeux.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XV, p. 211, 190.

(2) α exprime ici la chaleur correspondant à la portion de BrCl dissociée dans notre évaluation (voir ce Volume, p. 843).

» Un tel mode d'évaluation soulève pourtant quelques scrupules ; car il serait inadmissible dans les cas de simple substitution, où les éléments substitués doivent être pris sous le même état physique. Mais certains faits, tels que la formation du butyrate de soude hydraté, à froid, et celle du gaz sélénhydrique, à haute température (1), semblent indiquer qu'une telle intervention de l'énergie due aux changements d'état est possible dans les réactions par addition.

» Toutefois c'est là un point obscur, et les faits qui vont être cités tout àl'heure dispensent de recourir à une telle interprétation.

» 4. En général, et en raison des observations précédentes, les substitutions inverses, telles que celles de l'iode au brome, ou celle du brome au chlore, ne doivent pas être réputées impossibles *a priori;* c'est-à-dire contraires aux principes de la Thermochimie. Elles paraissent avoir lieu réellement pour certains métaux, tels que le mercure, dans des conditions analogues à celles où l'on observe les substitutions inverses du chlore et de l'oxygène vis-à-vis de l'arsenic (oxychlorures et composés en proportions multiples, mais dissociés) (1).

» 5. D'après M. Potilitzin, le déplacement inverse et limité du chlore par le brome, vers le rouge sombre, serait même un fait général. Mais je pense que les faits observés par ce savant résultent de quelque réaction étrangère, dans laquelle interviennent d'autres éléments et des composés d'un autre ordre. Entrons dans les détails.

» En fait, il est facile de vérifier que le bromure de potassium, chauffé dans un tube avec de l'iode, presque jusqu'au ramollissement du verre, retient après refroidissement quelque dose d'iode : en partie fixé par simple addition sur le sel, en partie substitué au brome.

» De même le chlorure de potassium, chauffé avec le brome, en retient quelque trace ; quoique d'une façon plus équivoque.

» Mais ces substitutions ne paraissent pas dues à la réaction pure et simple du brome sur le chlorure de potassium, ou de l'iode sur le bromure ; car elles n'ont plus lieu, dès que l'on écarte certaines réactions secondaires, attribuables à l'oxygène de l'air (formation d'iodate), à l'humidité, et aux matériaux alcalins (formation directe d'iodure ou de bromure) ou acides du verre.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VI, p. 436 à 440.

(2) Les sels doubles et les composés chlorobromés, ou analogues, peuvent aussi entrer en compte ; surtout dans les substitutions des composés hydrocarbonés.

» 6. Voici en effet des expériences numériques qui démontrent l'absence complète de substitution dans des conditions plus nettes; c'est-à-dire au sein d'une atmosphère d'azote pur et sec, et avec des sels secs, contenus dans une nacelle de porcelaine et chauffés jusque vers 400° à 500°.

» I. $KCl = 0^{gr},911$, chauffé pendant un quart d'heure dans un courant lent de vapeur de brome, pesait après : 0,911.

» II. $KCl = 0,685$, placé avec du brome sec dans un tube de verre scellé et rempli d'azote, puis chauffé pendant trois heures; on a ouvert le tube et chassé l'excès de brome, en chauffant doucement le sel dans un courant d'azote sec, puis on a changé le sel en chlorure d'argent : le poids de ce composé équivalait à 0,682 de chlorure de potassium. S'il y avait eu substitution, le poids du chlorobromure d'argent aurait fourni un excès.

» Comme contre-épreuve : 1,215 de ce chlorure d'argent ont été chauffés vers le rouge sombre, dans un courant de chlore sec : on a retrouvé 1,213.

» Ainsi le brome ne remplace pas le chlore du chlorure de potassium dans ces conditions.

» L'iode ne remplace pas davantage le brome dans le bromure de potassium.

» III. $KBr = 1,272$, chauffé pendant un quart d'heure dans un courant lent de vapeur d'iode pur, pesait après 1,272. La matière changée en bromure d'argent a fourni un poids équivalent à 1,271.

» IV. $KBr = 1,212$, placé avec de l'iode dans un tube scellé et rempli d'azote, puis chauffé pendant trois heures. On a retrouvé, après précipitation, un poids de bromure d'argent équivalent à 1,213.

» 7. Je conclus de ces observations que :

» 1° La substitution inverse du brome au chlore et de l'iode au brome serait possible *a priori*, dans tels cas où la chaleur dégagée par la formation des composés secondaires surpasserait la chaleur absorbée par la substitution directe; elle aurait lieu alors suivant des rapports réglés par le degré de dissociation des composés secondaires.

» 2° Cette substitution deviendrait également possible, si l'on élevait la température jusqu'au degré où les chlorures, bromures, iodures métalliques sont dissociés, parce qu'alors l'élément halogène mis en opposition agirait en réalité sur une portion du métal libre : l'élément antagoniste, étant supposé entraîné à mesure, ne serait plus présent au moment du refroidissement, pour reproduire sa combinaison primitive.

» 3° Cette substitution n'a pas lieu en fait : ni entre le chlorure de potassium et le brome, ni entre le bromure de potassium et l'iode, chauffés vers 400°; du moins lorsqu'on évite les influences accessoires de l'air, de l'humidité, et des matériaux du verre. »

CHIMIE. — *Sur la stabilité de l'eau oxygénée*; par M. **Berthelot.**

« **1.** On sait que l'eau oxygénée se décompose d'elle-même, avec formation d'eau et d'oxygène; décomposition spontanée qui s'explique par ce que l'eau oxygénée dégage de la chaleur en se décomposant :

$$HO^2 \text{ étendue} = HO + O, \text{ dégage : } +10,8;$$

c'est-à-dire que sa décomposition n'exige point le concours d'une énergie étrangère. J'ai fait quelques observations sur la marche de cette décomposition, qui me paraît donner lieu à des remarques d'un intérêt général.

» **2.** Une liqueur renfermant $3^{gr},85$ d'oxygène au litre, c'est-à-dire $8^{gr},18$ d'eau oxygénée, et contenant $0^{gr},15$ d'acide sulfurique (SO^4H), a été abandonnée dans un flacon, à une température comprise entre 10° et 15°. Voici les proportions d'oxygène actif, y, qu'elle renfermait après un nombre de jours, t :

t.	y.	t.	y.
0	3,85	27	1,32
2	3,66	34	0,85
6	3,42	38	0,70
9	3,06	41	0,63
10	2,89	54	0,40
14	2,55	87	0,172
18	2,10		

» La décomposition s'est faite d'abord proportionnellement au temps, d'après la formule $y = -0,094\,t + 3,85$; laquelle représente les observations du premier mois, aussi fidèlement du moins qu'on pouvait l'espérer, étant données les variations de la température ambiante. Mais, à partir de ce terme, la réaction s'est ralentie de plus en plus : son accomplissement n'aurait pas été terminé même au bout de deux années, ainsi qu'il résulte de mes observations sur d'autres échantillons, préparés en décembre 1877, et qui renferment encore de l'eau oxygénée. Cependant, au bout d'un temps plus long encore, toute l'eau oxygénée finit par disparaître, comme le prouve l'examen d'échantillons plus anciens.

» Ce même ralentissement avec la dilution peut être manifesté en étendant d'eau une solution donnée d'eau oxygénée. Ainsi une liqueur renfermant $2^{gr},10$ d'oxygène disponible a été étendue avec 20^{vol} d'eau,

c'est-à-dire réduite au titre de 0,100 par litre. Au bout de trente-six jours, la liqueur concentrée était tombée à 0,400, tandis que la liqueur diluée n'avait pas varié notablement. Au bout de soixante-neuf jours la liqueur concentrée était réduite à 0,172; la liqueur diluée à 0,088 seulement.

» 2. La décomposition de l'eau oxygénée pure ou très concentrée est au contraire beaucoup plus rapide que ne l'indiquerait une simple proportionnalité avec le temps de la conservation. Pendant une certaine période consécutive il y a proportionnalité, c'est-à-dire que la courbe figurative du phénomène se confond avec sa tangente; puis la réaction se ralentit, en suivant une marche asymptotique.

» Ces relations se retrouvent dans l'étude de l'ozone. Par exemple, un gaz sec renfermant 53^{mgr} d'ozone au litre a perdu 24^{mgr} en vingt-quatre heures. Une fois réduit à 22^{mgr}, il s'est transformé proportionnellement au temps pendant deux semaines, ce qui l'a réduit à 4^{mgr}; puis l'action s'est ralentie de plus en plus. Après deux mois, tout l'ozone avait disparu (¹).

» Il est probable que ce sont là des relations générales pour toute décomposition exothermique, lentement effectuée dans un milieu homogène.

» 3. La vitesse même de la transformation varie d'une façon extraordinaire, avec la présence des substances étrangères contenues dans la liqueur. Par exemple, une liqueur renfermant $1^{gr},66$ d'oxygène actif au litre, et dont l'acidité, presque insensible, était due à $0^{gr},009$ d'acide chlorhydrique (associé à quelques milligrammes de chlorure de baryum), s'est décomposée d'abord suivant la loi suivante, vérifiée jour par jour pendant deux mois, dans les mêmes conditions de température que ci-dessus :

$$y = -0,0182t + 1,66.$$

La loi est pareille, mais la vitesse cinq fois moindre. L'examen d'une solution analogue, rendue acide par l'acide chlorhydrique, renfermant un peu de chlorure de baryum, et qui a été conservée pendant deux ans, a également manifesté plus de stabilité que celui des solutions acidulées par l'acide sulfurique.

» Au surplus, la stabilité de l'eau oxygénée ne dépend pas de son titre

(¹) On voit par là que l'eau oxygénée est plus stable que l'ozone. L'éther ozoné, ce composé singulier qui se forme par la réaction de l'ozone sur l'éther anhydre, est plus stable encore. J'en possède un échantillon préparé depuis deux ans et demi et qui a conservé la propriété de fournir de l'eau oxygénée en dose notable, lorsqu'on l'agite avec l'eau pure.

acide, mais de l'absence de toute trace de base ou d'alcali libre. Tandis que la moindre trace d'oxyde précipité ou d'alcali soluble, préexistant ou formé aux dépens du verre, en détermine la décomposition rapide; celle-ci ne semble guère modifiée par la présence d'une dose plus ou moins notable d'un même acide. La nature spéciale de l'acide paraît avoir plus d'influence.

» 4. Je n'ai fait que peu d'essais sur l'influence de la température. Elle accélère la décomposition de l'eau oxygénée; cette accélération étant d'autant moindre, d'ailleurs, que la liqueur est plus diluée. On sait qu'une portion très sensible d'eau oxygénée passe avec la vapeur d'eau à la distillation. J'ai vérifié encore qu'il subsiste une dose notable d'eau oxygénée dans une solution maintenue à 100° pendant une heure.

» 5. Quelques mots en terminant sur la stabilité que certains composés acquièrent sous l'influence de la dilution. Cette stabilité peut être absolue, comme il arrive pour les hydrates, acides, basiques, ou salins, dont la formation intégrale exige la présence d'une quantité d'eau déterminée ([1]). Il en est de même des éthers, que l'eau tend à décomposer, mais dont le dédoublement se trouve arrêté à une limite moins avancée, en présence d'un excès de l'alcool ou de l'acide entrant dans leur composition ([2]). Pour d'autres composés, la décomposition, n'étant limitée par aucune influence contraire, se trouve cependant ralentie, par suite de la raréfaction de la matière qui se décompose. Le dissolvant agit ici sur le corps dissous, comme la diminution de pression sur les composés gazeux ([3]). J'ai développé ailleurs cette théorie, dont l'histoire de l'eau oxygénée fournit une nouvelle application. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les terres de la samarskite.* Note de M. C. MARIGNAC.

« J'ai entrepris depuis deux ans une série de recherches sur les terres de la samarskite d'Amérique. Je me suis astreint à suivre une marche tout à fait systématique, qui sera très longue, mais à l'aide de laquelle j'espère, si je puis la continuer jusqu'à son terme, reconnaître la présence de toutes

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 149 à 153.

([2]) J'ai établi, par de nombreuses expériences, de 1854 à 1862, cette influence des proportions relatives, et spécialement celle d'un excès de l'un ou de l'autre des composants sur la limite d'équilibre des systèmes. (*Voir* le même Ouvrage, t. II, p. 79 à 87).

([3]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 62.

les bases de ce groupe qui entrent, pour une proportion un peu notable, dans la composition de ce minéral.

» Après avoir extrait les terres brutes par les procédés usuels, je les ai partagées d'abord en plusieurs fractions par la décomposition successive de leurs azotates par la chaleur. Chacune d'elles sera, plus tard, analysée à son tour par d'autres méthodes.

» Pour le moment, je ne me suis encore occupé que de la portion de ces terres dont les azotates se décomposent en dernier lieu. C'est la partie la plus riche en yttria, c'est là aussi que se concentre presque en entier le didyme. En revanche, on est sûr de n'y rencontrer aucune des terres dont les azotates se décomposent facilement (erbine, ytterbine, scandine, etc.).

» Pour séparer les diverses terres qui y sont contenues, j'ai eu recours à leur différence de solubilité dans une solution saturée de sulfate de potasse. Mais, bien qu'elles présentent sous ce rapport de très grandes différences, elles s'entraînent réciproquement en telles proportions, que ce n'est qu'à la suite d'opérations répétées par centaines qu'on parvient à une séparation approximative.

» Dès le début de ce travail, on constate qu'à mesure que l'on passe des terres les plus solubles aux moins solubles elles présentent les modifications suivantes.

» D'abord d'un jaune pâle et d'un équivalent bas, voisin de celui de l'yttria (76), elles se colorent de plus en plus en jaune orangé en même temps que l'équivalent s'élève. La coloration atteint son maximum pour les produits dont l'équivalent est compris entre 113 et 118, puis elle diminue tandis que l'équivalent continue à croître jusqu'à 120 environ. A partir de ce moment, la solubilité dans le sulfate de potasse décroît très rapidement, tandis que la coloration jaune s'affaiblit et que l'équivalent s'abaisse lentement, en se rapprochant de celui de l'oxyde de didyme (112), tout en en restant cependant encore assez éloigné (115 à 116).

» A la suite de ces observations préliminaires, j'ai partagé mes terres en quatre portions :

» 1° Terres solubles dans moins de 100 parties de sulfate de potasse [1], et dont l'équivalent est inférieur à 119;

» 2° Terres solubles dans 100^{vol} à 200^{vol} de sulfate de potasse et dont l'équivalent varie de 119 à 120.

---

[1] J'entends par là que 1^{gr} de terre demeure en dissolution dans moins de 100^{cc} de solution saturée.

» 3° Terres fort peu solubles dans le sulfate de potasse; équivalent compris entre 119 et 115.

» 4° Terre à peu près insoluble. C'est l'oxyde de didyme, mais retenant énergiquement une certaine quantité des terres précédentes. J'ai poussé l'extraction de celles-ci jusqu'au point où la solution saturée de sulfate de potasse, dans laquelle le sulfate didymo-potassique venait de se former, ne retenait plus que $\frac{1}{40000}$ de terre. Malgré cela l'oxyde de didyme était loin d'être complètement débarrassé de ces terres.

» Reprenons successivement les trois premiers groupes.

» I. *Terres solubles dans moins de* 100^{vol} *de sulfate de potasse.* — En continuant à les soumettre au même traitement, on constate que la plus grande partie se dissout dans moins de 30^{vol} de la solution. Le reste ne doit sa moindre solubilité qu'à la présence d'une certaine quantité des terres des groupes suivants, que l'on parvient à y faire rentrer par des opérations multipliées.

» Quant aux terres les plus solubles, le traitement par le sulfate de potasse ne réussit pas à les séparer, mais on y parvient en se fondant sur la différence de solubilité des formiates. Je me suis assuré par ce traitement que ce groupe ne renferme que deux terres déjà connues, l'yttria et la terbine.

» II. *Terres solubles dans* 100^{vol} *à* 200^{vol} *de sulfate de potasse.* — Si l'on continue à leur appliquer la même méthode de concentration, en rejetant soit les parties les plus solubles, riches en terbine, soit les parties les moins solubles, qui renferment des terres appartenant au groupe suivant, on voit l'équivalent s'élever encore, mais très lentement. Je n'ai pu dépasser le maximum de 120,5.

» La terre ainsi obtenue est soluble dans 100^{vol} à 150^{vol} de la solution de sulfate de potasse. Sa couleur, d'un jaune orangé assez pâle, n'est peut-être due qu'à la présence d'une petite quantité de terbine que je n'ai pu parvenir à éliminer complètement. Les sels et les solutions de cette base sont incolores; ils ne présentent aucun spectre d'absorption; on y distingue seulement quelques traces des raies de la décipine et du didyme. Du reste, tout ce que j'ai vu de ses sels ne diffère en rien de ceux des autres terres du groupe de l'yttria.

» Le fait du maximum que présente l'équivalent de cette terre entre celles des deux groupes voisins prouve incontestablement son existence comme principe distinct. Elle ne peut être confondue avec aucune de celles qui ont été signalées jusqu'ici. Sa faible coloration, en supposant même qu'elle lui appartienne réellement, et l'absence d'un spectre d'absorption,

ne permettent de la rapprocher que de l'yttria et de l'ytterbine. Son équivalent élevé l'éloigne complètement de la première; elle diffère de la seconde par une plus grande énergie basique. Son azotate résiste plus à la décomposition par la chaleur que celui de terbine, qui lui-même se décompose bien plus difficilement que celui d'ytterbine.

» Je désignerai provisoirement cette terre par Y_α; il sera temps de lui donner un nom quand on pourra l'obtenir à l'état de pureté, et en quantité suffisante pour faire l'étude de ses sels. Peut-être se trouvera-t-elle identique avec celle dont M. Delafontaine, dans une Note récente ([1]), dit : « J'examine aussi une autre base de la samarskite, qui paraît se rapprocher beaucoup de l'ytterbine. »

» III. *Terres très peu solubles dans le sulfate de potasse.* — En poursuivant sur ces terres l'application de la même méthode de séparation, on y constate la présence : 1° d'un peu de terbine et d'une quantité notable de la terre précédente Y_α, que l'on élimine, mais jamais complètement, en rejetant toujours les parties les plus solubles dans le sulfate de potasse; 2° de l'oxyde de didyme que l'on sépare, mais incomplètement aussi, soit en rejetant les parties les moins solubles dans le sulfate de potasse, soit en fractionnant les produits par la décomposition partielle des azotates par la chaleur ou par des précipitations successives par l'ammoniaque, en se fondant sur la plus grande énergie basique de cet oxyde, et 3° enfin d'une terre qui exige plus de 2000^{vol} de sulfate de potasse pour se dissoudre, qui est presque incolore, n'offrant plus qu'une teinte légèrement saumonée et que je désignerai provisoirement par Y_β.

» Son équivalent s'était abaissé à 115,6; la très petite quantité de didyme qu'elle retenait (environ 3 à 5 pour 100) ne pouvait pas influer beaucoup sur cet équivalent. Je le considère plutôt comme un maximum, en raison de la présence de la terre précédente.

» Mais le caractère le plus essentiel de cette terre consiste dans son spectre d'absorption. Ses solutions déterminent, en effet, dans le spectre, particulièrement dans le bleu et le violet, des raies d'une extrême intensité. D'après mes observations, complétées par celles qu'a bien voulu faire M. Soret, ces raies correspondent tout à fait à celles que M. Delafontaine ([2]) a signalées comme caractéristiques de sa décipine, et mieux encore à la description plus détaillée et plus précise qu'en a donnée M. Lecoq

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 2 février 1880.

([2]) *Comptes rendus*, 28 octobre 1878, et plus tard *Archives des Sciences physiques et naturelles*, mars 1880.

de Boisbaudran ([1]), les attribuant à l'oxyde d'un nouveau métal qu'il a désigné sous le nom de *samarium*.

» Il est impossible de ne pas admettre que ces trois terres sont identiques, au moins quant à la nature du principe qui en forme la plus grande partie et qui détermine leur spectre d'absorption. Il serait du reste difficile de comprendre qu'il en fût autrement, puisqu'elles ont été retirées toutes les trois du même minéral par les mêmes procédés.

» Aussi n'aurais-je eu aucune hésitation à désigner ici cette terre sous le nom de *décipine*, car il me paraît naturel de conserver le nom que lui a donné le premier auteur de sa découverte, si elle ne présentait, comparativement à la décipine telle que l'a décrite M. Delafontaine dans sa Notice la plus récente ([2]), deux différences importantes dont il m'est impossible de me rendre compte.

» Ces différences consistent dans la coloration jaune pâle des solutions et des sels de ma terre Y_β, tandis que la décipine formerait des sels incolores, et surtout dans l'énorme différence de l'équivalent, qui serait au moins égal à 130 pour la décipine, tandis que je n'ai trouvé que 115,6 pour ma terre et que je considère même ce nombre comme un maximum.

» Ces divergences ne pourront être expliquées que par des recherches ultérieures que je ne puis poursuivre pour le moment, n'ayant pas pour cela une quantité suffisante de matière.

» En résumé, cette première partie des terres de la samarskite renferme donc l'yttria, qui en est l'élément principal, la terbine, une terre nouvelle Y_α, et une petite quantité d'oxyde de didyme et d'une terre qui, si elle n'est pas la décipine pure, en est au moins en grande partie composée. »

NAVIGATION. — *Sur le canal interocéanique de Panama.* Note de M. DE LESSEPS.

« Je remercie l'Académie de l'intérêt avec lequel elle a accueilli les Communications que j'avais prié notre confrère le baron Larrey de lui faire pendant mon séjour dans l'isthme de Panama.

» Je me propose de soumettre très prochainement à l'Académie toutes les études de la Commission internationale chargée de préparer l'exécution du canal maritime interocéanique, à niveau constant, sans tunnels ni

---

([1]) *Comptes rendus*, 17 février 1879 et 28 juillet 1879.

([2]) *Archives des Sciences physiques et naturelles*, mars 1880.

écluses, conformément au tracé adopté par le Congrès scientifique tenu à Paris en 1879.

» La Commission était composée de M. Dirks, ingénieur en chef du Waterstaat de Hollande, qui a dirigé les travaux du grand canal d'Amsterdam à la mer; du colonel du génie américain Totten, qui a construit et dirigé le chemin de fer de Colon-Aspinwal, à Panama; du général du génie américain Wright, qui était ingénieur en chef du corps d'armée du général Shermann pendant la guerre de sécession; de M. Boutan, ingénieur du corps des Mines de France; de M. Dauzats, chef du bureau central des travaux du canal de Suez; de M. Sosa et de M. Ortega, ingénieurs en chef du gouvernement colombien; de M. Abel Couvreux et de M. Gaston Blanchet, ingénieurs de l'entreprise générale des travaux Couvreux, Hersent et Cie, entreprise connue par l'exécution du canal de Suez, les travaux de l'amélioration des eaux du Danube et l'agrandissement des ports d'Anvers.

» Il est résulté des études sur le terrain faites par les ingénieurs de la Commission internationale, avec le concours de praticiens sondeurs et niveleurs, que l'exécution du percement de l'isthme ne présentera aucune difficulté.

» La longueur du canal d'un océan à l'autre n'aura que 73^{km}, tandis que le canal de Suez en a 162. On entrera du côté de l'Atlantique par l'embouchure du rio Chagres, qui sera asséché à partir du village de Cruces, où il débouche des montagnes, n'ayant jusqu'à la mer qu'une pente de 14^{m}. Dans le voisinage de Cruces, un barrage de 46^{m} de hauteur sera pratiqué entre deux montagnes qui resserrent le lit du Chagres. Ce barrage permettra d'emmagasiner 1 milliard de mètres cubes d'eau dans une large vallée entourée d'un cercle montagneux. Des rigoles d'irrigation et d'alimentation apporteront l'eau aux deux villes de Panama et de Colon, qui en sont à peu près dépourvues.

» Sur le versant de l'Atlantique, le canal maritime empruntera donc en grande partie le lit du Chagres, où l'on a fait des sondages de 13^{m} au-dessous du niveau de la mer, ne rencontrant que des terrains meubles, faciles à enlever à la drague.

» Au delà de Cruces, le canal maritime rencontre le pic de la Culebra à traverser par une tranchée de 5^{km}. Les pierres des excavations serviront à constituer la montagne artificielle qui formera le barrage de Cruces.

» Ce passage franchi, le canal empruntera le lit du rio Grande et aura une magnifique sortie dans la baie de Panama.

» J'ai l'honneur de demander à l'Académie de nommer une Commission, à l'exemple de ce qui a été fait pour le projet du canal de Suez en 1857. Cette Commission sera appelée à donner son opinion sur les études qui lui seront présentées. M. Boutan prépare son Mémoire sur la géologie de l'isthme de Panama, en accompagnant son travail des échantillons des divers terrains. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1880.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Lalande : MM. Faye, l'amiral Mouchez, Lœwy, Tisserand et Janssen réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Liouville et Yvon Villarceau.

Prix Valz : MM. Faye, Tisserand, l'amiral Mouchez, Lœwy et Janssen réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Yvon Villarceau et d'Abbadie.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique.

MM. Fizeau, Bertrand, Hermite, Cornu et Des Cloizeaux réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Puiseux et Chasles.

Prix Vaillant : MM. Ed. Becquerel, Fizeau, du Moncel, Breguet et Cornu réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Jamin et Desains.

Prix de Statistique : MM. de la Gournerie, Lalanne, Cosson, Boussingault et Bouley réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. le général Favé et Puiseux.

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Observations sur les Mégapodes.* Mémoire de M. **E. Oustalet.**
(Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section d'Anatomie et de Zoologie).

« Une mission qui m'a été accordée par l'École des Hautes Études m'ayant permis de visiter les grands musées de l'Angleterre et de la Hollande, j'ai pu compléter les études que j'avais entreprises sur les Gallinacés de la famille des Mégapodiidés, et j'ai reconnu que le nombre des espèces admises par les ornithologistes modernes était trop considérable et pouvait être réduit à vingt-cinq environ.

» En étudiant comparativement des squelettes de Talégalle, de Maléo, de Mégapode, de Pénélope, de Pintade, j'ai constaté également que la création proposée par M. Huxley [1] d'un groupe particulier, celui des Péristéropodes, embrassant les deux familles des Cracidés et des Mégapodiidés, était pleinement justifiée, mais que les Pintades offraient avec ces oiseaux certaines analogies de structure que le savant zoologiste n'avait peut-être pas assez mises en lumière.

» En disséquant un Talégalle, j'ai retrouvé certaines dispositions indiquées par M. Garrod chez le Maléo, mais, en revanche, j'ai remarqué que d'autres particularités dans le mode d'insertion des muscles de l'aile et de la patte n'avaient pas l'importance zoologique que cet anatomiste avait cru devoir leur attribuer.

» D'un autre côté, en examinant une collection envoyée récemment par M. Bruijn, j'ai vu que le *Talegallus jobiensis* se trouve aussi sur le continent de la Nouvelle-Guinée, que le *Talegallus pyrrhopygius* possède, à l'âge adulte, une caroncule sur le devant du cou, et qu'il a toujours les narines arrondies, le bec et les pattes beaucoup plus robustes que le *Talegallus Cuvieri*. Des caractères analogues, mais encore plus accentués, peuvent être observés chez une espèce nouvelle de l'île de Waigiou, espèce que je proposerai d'appeler *Talegallus Bruijnii*. Ce Talégalle de Waigiou porte non seulement une caroncule sur le devant de la gorge, mais, sur le milieu

---

[1] Mémoire sur les *Alectoromorphæ*, inséré dans les *Proceedings* de la Société zoologique de Londres (1868).

du crâne, une véritable crête, qui se continue en arrière par une sorte de camail à double pendeloque. Il mérite d'être classé, avec le *Talegallus pyrrhopygius,* dans une nouvelle subdivision du genre Talégalle, le sous-genre *Æpypodius* (1).

» Des découvertes récentes m'ont forcé à rectifier en partie les frontières assignées aux Péristéropodes par M. Huxley et m'ont prouvé que la limite septentrionale de ces oiseaux ne se confond qu'en un seul point, près de Lombok, avec la ligne de Wallace. Considérée en général, l'aire d'habitat des Péristéropodes dessine à la surface du globe une bande s'étendant entre le 20e degré de latitude nord et le 40e degré de latitude sud, et recoupée, dans le sens des méridiens, par deux vastes lacunes. Les Hoccos et les Pénélopes occupent une notable portion de cette bande, celle qui correspond à l'Amérique tropicale, tandis que les Mégapodes et leurs alliés sont répandus sur des îles qui semblent, pour la plupart, être des lambeaux d'un ancien continent austral. Ce qui vient à l'appui de cette hypothèse, c'est que les Mégapodes cessent brusquement vers l'est, dans la région où commencent les *Attols*. Vers l'ouest, les Mégapodiidés sont encore plus largement séparés des Cracidés, mais il importe de remarquer que de ce côté, sur le continent africain, vivent les Numididés ou Pintades, dont les affinités avec les Mégapodes sont plus grandes qu'on ne le croit généralement.

» Ainsi, la distribution géographique des Mégapodiidés semble parfaitement d'accord avec leurs relations zoologiques; mais, quand on étudie l'habitat de chaque genre, ou mieux encore de chaque espèce, on constate bien des anomalies qu'il est souvent difficile d'expliquer d'une manière satisfaisante. Pour n'en citer qu'un exemple, on est étonné de rencontrer aux îles Nicobar un Mégapode voisin de ceux de la Nouvelle-Guinée, tandis qu'on ne trouve aucune forme analogue ni à Java, ni à Sumatra, ni à Malacca. Je ne pense pas, avec M. Wallace, que cette espèce ait été importée par les Malais, mais je crois plutôt qu'elle est restée, avec le *Calœnas nicobarica,* comme le témoin d'une faune disparue. Tout concourt à prouver en effet que les Mégapodiidés représentent, parmi les Gallinacés, un type extrêmement ancien. Ils semblent avoir retenu, dans leur mode de reproduction, quelques traits des Reptiles, puisqu'ils pondent des œufs d'un

(1) De αἶπυς, élevé, et πόδιον, support, pied. J'aurais certainement préféré le nom d'*Æpypus* à celui d'*Æpypodius,* si ce dernier n'avait l'avantage de rappeler, par sa désinence, le mot *Mégapodius*.

volume extraordinaire dont ils abandonnent souvent l'incubation à l'action des rayons solaires.

» Enfin il n'est peut-être pas inutile de rappeler que, jusqu'à ce jour, on n'a pas encore découvert dans les terrains tertiaires de nos contrées le moindre débris qui pût être attribué à un Péristéropode, et, à plus forte raison, à un Talégalle ou à un Mégapode. D'après ce résultat négatif, on peut, je ne dirai pas affirmer, mais tout au moins supposer qu'à cette époque reculée ce type remarquable de Gallinacés était déjà étranger à l'Europe et se trouvait confiné dans la région indo-australienne. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Théorie des phénomènes capillaires* (5e Mémoire); par M. É. Roger. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Jamin, Resal, Desains.)

« La première Partie de ce Mémoire est consacrée à établir les formules générales relatives à l'attraction mutuelle de deux surfaces de révolution ayant un parallèle commun, l'intensité des forces attractives étant supposée décroître très rapidement à mesure que la distance augmente.

» Parmi ces formules, il en est une très remarquable : c'est celle qui se rapporte au cas où le parallèle commun est un équateur. La résultante des attractions mutuelles pour une unité linéaire de l'équateur s'exprime ainsi :

$$R = \frac{\Pi}{2}\int_0^{\lambda_1}\Pi(\lambda)\lambda^2 d\lambda + \frac{\Pi}{64}\left(\frac{1}{a^2} - \frac{2}{ab} - \frac{2}{ab_1} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{b_1^2} + \frac{1}{bb_1}\right)\int_0^{\lambda_1}\Pi(\lambda)\lambda^4 d\lambda + \ldots.$$

» Si les forces attractives décroissent assez rapidement pour qu'on puisse réduire la résultante R à ses deux premiers termes, de l'équation ci-dessus découlent alors des conséquences importantes :

» 1° Lorsque les trois courbures $\frac{1}{a}$, $\frac{1}{b}$, $\frac{1}{b_1}$ deviennent nulles ou égales, le second terme de R s'évanouit.

» 2° Il en est de même lorsque la courbure $\frac{1}{b_1}$ s'évanouit seule, si en même temps a et b deviennent identiques; c'est ce qui arrive lorsque les deux surfaces en présence se réduisent, l'une à une sphère, l'autre à un cylindre circonscrit à cette sphère.

» 3° Si les courbures $\frac{1}{b}$, $\frac{1}{b_1}$ sont nulles, les deux surfaces sont remplacées par un cylindre de rayon a. La résultante R renferme alors, avec un premier terme constant, un second terme, proportionnel à $\frac{1}{a^2}$.

» Mais ce n'est pas seulement le second terme de la résultante qui s'évanouit, lorsqu'il s'agit d'un ménisque sphérique tangentiel à une paroi cylindrique. Dans la deuxième partie de ce Mémoire, nous établissons que la résultante se réduit rigoureusement à son premier terme, et, comme le produit de la hauteur soulevée h par le diamètre D du tube est proportionnel à R, il suit de là que hD est une constante.

» Cette analyse montre que le produit hD doit être variable ou invariable selon les méthodes d'expérimentation, ces méthodes influant nécessairement sur la forme du ménisque. Si le liquide s'élève librement dans le tube, le ménisque tend à prendre la forme sphérique, à mesure que le diamètre diminue. Mais si, comme dans les expériences de M. Simon (de Metz), le liquide est refoulé graduellement par un appareil à air comprimé jusqu'à ce qu'une bulle d'air s'échappe du fond du tube, les choses doivent se passer comme si le ménisque formé par les molécules libres de se mouvoir continuait idéalement la paroi; par suite, le produit hD doit varier, à une constante près et entre certaines limites d'approximation, en raison inverse du carré du diamètre du tube.

» Dans la troisième Partie de ce Mémoire, nous revenons sur la difficile question de la loi d'attraction. Rectifiant une formule théorique qui n'était qu'approchée [1], nous montrons que la loi de la raison inverse du carré des distances trouve ici une application nouvelle, mais sous certaines réserves que nous faisons connaître. Ces restrictions nécessaires permettent de soupçonner, autour de chaque molécule, l'existence d'un milieu absorbant, de sorte que la loi d'attraction s'exprimerait ainsi :

$$\Pi(\lambda) = \frac{ic^{-\int_0^\lambda Q\,d\lambda}}{\lambda^2},$$

c étant la base des logarithmes hyperboliques, i une constante arbitraire,

---

(1) Il s'agit ici de l'équation (3) que nous avons donnée page 817 du Tome LXXVI des *Comptes rendus*. On doit l'écrire ainsi :

$$h\mathrm{D} = \mathrm{K}\frac{\mathrm{D}}{\lambda_1}\left[1 - \sum_1^\infty (f'_n - f_n) + 2\,\mathrm{loghyp}\,\frac{\lambda_1}{\mathrm{D}} + \sum_1^\infty f'_n\left(\frac{\mathrm{D}}{\lambda_1}\right)^n\right].$$

Q une fonction de λ. La loi de la gravitation est un cas particulier de cette formule générale, et correspond à $Q = 0$. Peut-être aussi doit-on admettre qu'il s'exerce, entre les molécules contiguës ou infiniment voisines, certaines forces répulsives. La discussion des expériences montre qu'elles se concilient, sans difficulté sérieuse, avec ces deux interprétations, qui d'ailleurs n'ont rien de contradictoire. »

PHYSIQUE. — *Sur le gyroscope électromagnétique.* Note de M. **W. de Fonvielle.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« En revenant de Londres, où j'ai été admis à l'honneur de présenter cet appareil à la Société royale, dans sa séance du 15 avril, je lis ce matin même l'intéressante explication que M. Jamin a publiée dans le numéro des *Comptes rendus* du 12 avril, afin de remplacer celle que M. Lontin et moi avons soumise à l'appréciation de l'Académie dans la séance du 5 avril. Qu'il me soit permis de dire que nous nous serions arrêtés à cette manière d'expliquer le phénomène qui a si vivement frappé l'attention des physiciens s'il ne nous avait été impossible d'obtenir la rotation avec des bobines d'induction dans lesquelles le fil induit est très long, et par conséquent dans lesquelles la différence que signale M. Jamin est aussi grande que possible. Nous avons au contraire réussi avec une bobine à fil gros, construite exprès et donnant une différence qu'on peut considérer, suivant nous, comme à peu près nulle. C'est cette considération qui nous a déterminés à accepter l'explication que nous avons proposée et qui à Londres n'a trouvé, au moins jusqu'à présent, aucun contradicteur.

» J'ajouterai qu'il ne faut pas s'imaginer, comme un passage de la Note du savant professeur à l'École Polytechnique porterait à le croire, qu'il faut que l'aimant soit très près du mobile. A moins qu'il ne soit très faible, il rendrait tout mouvement impossible. J'ai démontré ce fait d'une façon très simple, à l'aide d'un électro-aimant droit, dans une séance que j'ai donnée dans la Bibliothèque royale, à l'issue de la conférence faite le 16 avril sur Marc-Aurèle, par M. Renan.

» Je me suis également assuré que le courant direct de la pile produit des rotations quand les interruptions sont assez fréquentes. Nous avions déjà reconnu, M. Lontin et moi, que le courant inducteur produit des effets analogues. »

CORRESPONDANCE.

M. M. Deprez prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Mécanique.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. G. Le Bon adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage intitulé « Description géologique du canton de Genève, par M. *Alph. Favre*, pour servir à l'explication de la Carte géologique du même auteur ».

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une comète* par M. Schaberle. (Dépêche télégraphique de la *Smithsonian Institution*, communiquée par M. l'amiral Mouchez).

Washington, 7 avril 1880.

Comète Schaberle, 6 *avril*, 11^h *soir*.

Ascension droite		$7^h 20^m$
Déclinaison		$+84°25'$
Mouvements	en ascension droite	-30^m
	en déclinaison	$-48'$
Queue		3' »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* Schaberle *faites à l'Observatoire de Paris;* par MM. Henry et M. Bigourdan, présentées par M. l'amiral Mouchez.

OBSERVATIONS FAITES PAR MM. HENRY A L'ÉQUATORIAL DU JARDIN.

Dates 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Distance polaire.	Étoiles de comparaison.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Avril 8	12. 4.55	6.54.23,94	6.50.24,8	*a*
» 12	10.34.43	6.31.26,87	9.55.45,5	*b*
» 16	9.39. 5	6.21.29,40	12.57.45,6	*c*

» Ces observations sont corrigées de l'effet de la parallaxe.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1880,0.

	Nom de l'étoile.	Ascension droite	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	
a	979 Carrington.	6.45.44,43	+6,72	6.50. 0,2	−17″,5
b	223 Arg. Z + 80°.	6.37.59,60	+4,48	9.55.40,3	−16,9
d	6789 Arg. OEltzen.	6.18. 1,97	+3,03	13. 3.12,5	−16,3

» La comète est petite, avec un noyau assez condensé et une faible queue de 3′ ou 4′ de longueur.

OBSERVATIONS FAITES PAR M. BIGOURDAN A L'ÉQUATORIAL DE LA TOUR DE L'OUEST.

Dates. 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	log. fact. par.	Distance polaire apparente.	log. fact. par.	Étoiles de compar.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Avril 16	13. 2.43	6.21. 9,78	+(0,1494)	13. 1.32,7	−(0,6891)	*c*
» 18	15.34.21	6.18.24,99	+($\bar{1}$,5564)	14.39.28,3	−(0,8651)	*d*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1880,0.

	Nom de l'étoile.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	
c	6789 Arg. OEltzen	6.18.1,97	+3,03	13. 3.12,5	−16″,3
d	6943 »	6.25.0,68	+2,89	14.38.50,2	−15,6

» La comète a un noyau brillant, comme une étoile de grandeur 11-12, et une queue assez étalée, de 3′ environ de longueur. »

ASTRONOMIE. — *Sur les positions des principales planètes;* Note de M. P.-E. CHASE.

« Les positions des principales planètes sont indiquées plus exactement par une simple progression harmonique que par la progression géométrique donnée par M. Gaussin dans les *Comptes rendus* (séance du 8 mars, t. XC, p. 520). Si nous prenons pour base fondamentale le demi-grand axe de Jupiter, nous avons :

Harmonique.	Distances calculées.	Distances réelles.	D'après M. Gaussin.	Différence. I.	Différence. II.
$\frac{1}{13}$	0,400	0,387	0,362	+0,013	−0,025
$\frac{1}{7}$	0,743	0,723	0,623	+0,020	−0,100

Harmonique.	Distances calculées.	Distances réelles.	D'après M. Gaussin.	Différence. I.	Différence. II.
$\frac{1}{5}$	1,041	1,000	1,073	+0,041	+0,073
$\frac{1}{3}$	1,734	1,524	1,848	+0,210	+0,324
1	5,203	5,203	5,483		+0,280
2	10,406	9,539	9,445	+0,867	−0,094
4	20,811	19,183	16,269	+1,628	−2,914
6	31,217	30,055	28,025	+1,162	−2,030

» L'approximation de M. Gaussin relativement à la distance de Saturne offre plus d'exactitude que la mienne; mais, pour tout autre cas, mes chiffres sont plus près des valeurs réelles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur la formule de quadrature de Gauss.* Note de M. R. Radau, présentée par M. Tisserand.

« La valeur numérique d'une intégrale étant calculée par la méthode de Gauss, on atteint, avec n ordonnées, le degré de précision $2n-1$, et, en supposant $\varphi(x)$ représentée par la série $k_0 + k_1 x + k_2 x^2 + \ldots$, la formule peut s'écrire

$$\int_{-1}^{+1} \varphi(x)\,dx = \sum \mathrm{A}\varphi(a) + k_{2n}\varepsilon_{2n} + \ldots.$$

» Soit encore

$$\mathrm{P}(x) = \frac{1}{1.2\ldots n.2^n}\,\mathrm{D}_x^n(x^2-1)^n, \quad \mathrm{Q}(z) = \int_{-1}^{+1} \frac{\mathrm{P}(x)}{z-x}\,dx;$$

on sait que les abscisses $a, b, c, \ldots$ sont les racines de l'équation $\mathrm{P}(x) = 0$; la correction ε_p est le coefficient de $\frac{1}{z^{p+1}}$ dans le développement de $\frac{\mathrm{Q}(z)}{\mathrm{P}(z)}$, et, en posant $\varphi(x) = \mathrm{D}_x\left[\frac{\mathrm{P}(x)}{x-a}\right]^2$, l'intégration donne immédiatement

$$\mathrm{A} = \frac{2}{(1-a^2)\mathrm{P}'^2(a)}.$$

» Il est intéressant de rapprocher de ces résultats ceux qu'on obtient en prenant pour abscisses les racines de l'équation $(x^2-1)\mathrm{P}'(x) = 0$. Dans ce cas, on atteint le degré $2n-1$ avec $n+1$ ordonnées. Le coefficient des ordonnées $\varphi(+1)$, $\varphi(-1)$ a pour valeur $\mathrm{K} = \frac{2}{n(n+1)}$, et, en posant

$\varphi(x) = D_x\left[(x+1)\frac{P'(x)}{x-a}\right]^2$, on trouve sans difficulté l'expression générale des autres coefficients

$$A = \frac{K}{P'(a)}.$$

» Ici la correction (ε_p) est le coefficient de $\frac{1}{z^{p+1}}$ dans le développement de $\frac{Q'(z)}{P'(z)}$, et il est facile de voir que (ε_p) sera du même ordre de grandeur que ε_p, mais de signe contraire; en effet (ε_p étant toujours la correction de Gauss), on a

$$(\varepsilon_{2n}) = -\frac{n+1}{n}\varepsilon_{2n}, \quad (\varepsilon_{2n+2}) = -\frac{(n+1)^2}{n(n+1)-1}\varepsilon_{2n+2}, \quad \ldots.$$

» Il s'ensuit qu'en combinant d'une manière convenable les résultats (G, F) tirés des deux formules on peut annuler ε_{2n} et diminuer fortement les corrections suivantes; il suffit pour cela de prendre la moyenne $\frac{(n+1)G+nF}{2n+1}$. Ainsi, pour $n = 5$, les corrections seraient (en prenant pour unité ε_{10}) :

G..........	$+1$,	$+2{,}73$,	$+4{,}73$,	$+6{,}70$,	...,
F..........	$-\frac{6}{5}$,	$-\frac{6}{5}.2{,}82$,	$-\frac{6}{5}.5{,}06$,	$-\frac{6}{5}.7{,}42$,	...,
$\frac{6G+5F}{11}$....	0,	$-0{,}05$,	$-0{,}18$,	$-0{,}40$,	....

» En appliquant cette méthode à l'intégrale $\int_0^1 \frac{dx}{1+x} = 0{,}6931471805 6\ldots$, on trouve :

		Erreur.
G, 5 ordonnées....................	0,6931471 5785	-2271
F, 6 ordonnées....................	0,6931472 0812	$+2756$
$\frac{6G+5F}{11}$....................	0,6931471 8070	$+0014$

» Gauss a donné les constantes de sa formule jusqu'à $n = 7$. L'approximation qu'on obtient ainsi étant insuffisante pour certaines applications, j'ai encore calculé ces constantes pour $n = 8$ et $n = 9$. Je les transcris ici avec huit décimales, en même temps que les constantes de la formule complémentaire pour $n = 9$ et $n = 10$. Les coefficients sont donnés pour les limites 0 et 1; il faut les doubler pour avoir les coefficients qui conviennent aux limites -1 et $+1$.

	Abscisses pour les limites 0 et 1.		Coefficients.	Abscisses (lim. ± 1).
G (n = 8)........	0,01985507	0,98014493	0,05061427	± 0,96028986
	0,10166676	0,89833324	0,11119052	± 0,79666648
	0,23723380	0,76276620	0,15685332	± 0,52553241
	0,40828268	0,59171732	0,18134189	± 0,18343464
G (n = 9).........	0,01591988	0,98408012	0,04063719	± 0,96816024
	0,08198455	0,91801555	0,09032408	± 0,83603111
	0,19331428	0,80668572	0,13030535	± 0,61337143
	0,33787329	0,66212671	0,15617354	± 0,32425342
	0,5		0,16511968	0
F (n = 9).........	0	1	0,01388889	± 1
	0,05012100	0,94987900	0,08274768	± 0,89975800
	0,16140686	0,83859314	0,13726936	± 0,67718628
	0,31844127	0,68155873	0,17321426	± 0,36311746
	0,5		0,18575964	0
F (n = 10).........	0	1	0,01111111	± 1
	0,04023305	0,95976695	0.06665300	± 0,91953391
	0,13061307	0,86938693	0,11244467	± 0,73877387
	0,26103753	0,73896247	0,14602134	± 0,47792495
	0,41736052	0,58263948	0,16376988	± 0,16527896

MÉCANIQUE. — *Synchronisme électrique de deux mouvements quelconques.* Note de M. M. DEPREZ.

« Je me suis proposé de résoudre la question suivante, qui se présente dans beaucoup d'applications : *Étant donnés un moteur* A *et un récepteur* B *séparés par une distance quelconque, transmettre, par l'intermédiaire d'un courant électrique, le mouvement du moteur* A *au récepteur* B, *comme le ferait un axe rigide réunissant ces deux appareils, de façon que la vitesse angulaire de* B *soit toujours égale en grandeur et en signe à celle de* A.

» Cette question s'est présentée à moi pour la première fois lorsqu'on me demanda de transmettre à l'intérieur du wagon d'expériences de la Compagnie de l'Est un mouvement de rotation rigoureusement identique à celui des roues motrices d'une locomotive attelée à un train dont ce wagon faisait partie. On ne croyait pas à cette époque qu'il fût possible de la résoudre par l'emploi de l'électricité, et je dus avoir recours à des procédés cinématiques, qui, d'ailleurs, atteignirent le but proposé; mais l'appareil dont je vais donner la description est incomparablement plus simple, moins coûteux et moins encombrant que celui qui figure dans le wagon d'expériences. On ne peut même établir à cet égard aucune comparaison entre eux.

» Sur l'arbre du transmetteur A sont fixés deux commutateurs à inver-

sion de courant; chacun d'eux renverse le courant qui le traverse deux fois par tour, mais les positions de l'arbre correspondant à ces inversions ne coïncident pas : elles se suivent à des intervalles d'un quart de tour, de sorte que, si l'on désigne par $+a$ ou $-a$, et par $+b$ ou $-b$ les deux courants sortant de ces deux commutateurs, on dresse le tableau suivant, qui montre la relation qui existe entre les courants a et b et les angles décrits par l'arbre de A :

Angles décrits par l'arbre de A.	Courant envoyé par le premier commutateur.	Courant envoyé par le second commutateur.
0	$+a$	$+b$
$\frac{\pi}{2}$	$+a$	$-b$
π	$-a$	$-b$
$\frac{3\pi}{2}$	$-a$	$+b$

» Les deux circuits qui partent du transmetteur seront donc sillonnés par des courants dont les alternances forment quatre combinaisons différentes à chaque tour, savoir $+a+b$, $+a-b$, $-a-b$, $-a+b$.

» Passons maintenant à la description du récepteur. Il se compose essentiellement d'un aimant ou électro-aimant permanent, entre les branches duquel se trouvent deux électro-aimants droits, susceptibles de prendre un mouvement de rotation autour d'un axe qui coïncide avec l'axe de l'aimant. Si l'on fait passer dans chacun des électro-aimants des courants d'égale intensité, mais de signe quelconque, l'expérience montre que l'angle droit formé par ces électro-aimants se place dans une position d'équilibre telle, qu'il est bisséqué par la droite qui joint les pôles de l'aimant permanent et qu'en outre à chacune des combinaisons de courant indiquées plus haut correspond une position d'équilibre, et une seule, de l'ensemble des électro-aimants du récepteur. Il résulte de là que, si l'on fait tourner l'arbre A, les émissions de courant qui en résulteront imprimeront à l'arbre B un mouvement de rotation résultant d'impulsions successives, qui se renouvelleront quatre fois par tour, et que le mouvement transmis en B *aura exactement la même vitesse et le même signe* que le mouvement de A.

» L'expérience prouve que cet appareil permet de transmettre le travail d'un moteur d'un point à un autre *avec conservation de la vitesse angulaire* (ce que ne réalise aucun des moteurs électriques employés jusqu'à présent), cette dernière variant de 0 à 2400 tours par minute. Les courants alternatifs nécessaires pour son fonctionnement n'ont d'ailleurs pas nécessairement une pile pour origine; ils peuvent être engendrés par une machine magnéto-électrique.

» Un mouvement quelconque pouvant être considéré comme la résultante de deux mouvements de rotation, cet appareil permet, grâce à l'adjonction d'un mécanisme simple, de transmettre à distance un mouvement de grandeur et de direction quelconques, et par suite le dessin ou l'écriture. »

PHYSIQUE. — *Mesure des forces électromotrices thermo-électriques au contact d'un métal et d'un liquide*. Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Jamin.

« I. J'ai mesuré les forces électromotrices développées quand deux lames métalliques de même nature plongent dans deux portions d'un même liquide, maintenues à des températures différentes [1]. A cet effet, j'emploie une méthode d'opposition consistant à compenser la force électromotrice à mesurer par une dérivation variable prise sur un circuit de résistance totale connue, traversé par le courant d'un élément Daniell. La dérivation comprend : 1° l'appareil thermo-électrique formé de deux tubes à expérience contenant le liquide et les lames; ces tubes sont réunis par un long siphon capillaire et plongent l'un dans un bain d'eau froide, l'autre dans un bain-marie dont on fait varier la température à volonté; 2° un électromètre de M. Lippmann sensible à $\frac{1}{10000}$ de daniell et que l'on ramène au zéro, dans chaque expérience, en réglant convenablement la dérivation. Deux thermomètres sensibles donnent la température des électrodes, et un calcul facile fournit la valeur de la force électromotrice thermo-électrique en fraction de daniell. L'emploi de l'électromètre évite le passage du courant dans la dérivation et la polarisation des lames, qui en serait la conséquence.

» En général, les deux lames ne sont pas complètement identiques, et l'on observe une très petite force électromotrice dans un sens ou dans l'autre quand les deux bains sont à la même température; mais, dès qu'une différence de température s'établit, la force électromotrice varie, en général, très régulièrement; elle revient à sa valeur primitive quand la température redevient la même de part et d'autre. Pour prévenir de graves irrégularités, il est nécessaire que les liqueurs aient été préparées avec de l'eau distillée bien privée d'air par une ébullition récente; on doit aussi s'abstenir d'élever la température au-dessus de 50° ou 60° et attendre, pour faire une mesure, que le mercure de l'électromètre se maintienne à un

(1) Divers physiciens, entre autres MM. Pacinotti, Becquerel et Bleekrode ont mesuré dans des cas particuliers, tels que celui du sulfate de cuivre, la force électromotrice thermo-électrique correspondant à une différence de température de 100°. Voir pour cet historique le *Journal de Physique théorique et appliquée*, T. VIII, p. 343 et 344; 1879.

niveau bien fixe. L'agitation du liquide qui s'échauffe ou se refroidit est, en effet, accompagnée de la production de forces électromotrices passagères, mais parfois très considérables et qui sont, dans tous les cas que j'ai observés, de signe contraire aux forces thermo-électriques, qu'elles masquent en partie.

» II. Je n'examinerai ici que le cas d'un métal et d'un sel du même métal en dissolution dans l'eau, et je prendrai pour type le cuivre et le sulfate de cuivre. La force thermo-électrique est, dans ce cas, rigoureusement proportionnelle à la différence de température des deux lames et ne varie pas sensiblement avec le degré de dilution du sel. Sa valeur moyenne pour 1° est de $0^{Da},000688$; le cuivre chaud est à l'extérieur le pôle positif.

» Les sels de cuivre, de zinc, de cadmium, de protoxyde de fer, de sous-oxyde de mercure, les chlorures d'or et de platine donnent aussi des résultats parfaitement réguliers. Dans tous ces cas, le métal chaud est à l'extérieur le pôle positif. Je résume toutes les observations dans le Tableau suivant.

Métal.	Liquide.	Force électromotrice pour une différence de température de 1°.	Moyenne pour chaque métal.
		Da	Da
Platine......	Chlorure de platine..................	0,000735	0,000735
Cuivre......	Sulfate de cuivre..................	0,000688	0,000696
	Azotate de cuivre..................	0,000704	
Zinc amalgamé (1).....	Chlorure de zinc (D = 1,05 à 1,5) (2).	0,000677	0,000705
	Sulfate de zinc..................	0,000696	
	Azotate de zinc..................	0,000692	
	Acétate de zinc..................	0,000756	
Cadmium....	Chlorure de cadmium..............	0,000615	0,000616
	Sulfate de cadmium..............	0,000598	
	Azotate de cadmium..............	0,000634	
Mercure....	Azotate de sous-oxyde de mercure...	0,000140	0,000140
Or..........	Chlorure d'or..................	0,000024	0,000024
Fer (3)......	Sulfate de fer ammoniacal..........	− 0,000024	0,000002
	Sulfate de protoxyde de fer..........	0,000000	
	Protochlorure de fer..........	+ 0,000077	
	Acétate de fer..................	+ 0,000087	
	Tartrate de protoxyde de fer........	− 0,000127	

(1) Le zinc non amalgamé est plus ou moins hétérogène et donne des résultats irréguliers.

(2) Les dissolutions plus concentrées présentent une particularité sur laquelle je reviendrai dans une Note ultérieure.

(3) Les sels de protoxyde de fer doivent être soigneusement ramenés au minimum.

» On remarquera 1° que les sels d'un même oxyde donnent très sensiblement le même nombre; 2° que les nombres relatifs au cuivre et au zinc amalgamé sont à peu près identiques, d'où ce fait, connu depuis longtemps, que la force électromotrice d'un élément Daniell demeure invariable quelle que soit la température : en effet, les forces électromotrices développées aux deux pôles agissent en sens contraires pour modifier de quantités égales la force électromotrice du couple.

» III. On ne retrouve pas la régularité des expériences qui précèdent lorsque c'est le métal froid qui est à l'extérieur le pôle positif. Les métaux jouissant de cette propriété sont souvent attaqués par le liquide qui les baigne, et alors on peut dire que l'électromètre ne se fixe jamais; ses oscillations équivalent, dans certains cas, à $\frac{5}{1000}$ ou $\frac{6}{1000}$ de daniell, quelquefois à plusieurs centièmes, et les mesures deviennent tout à fait incertaines. Je crois cependant devoir indiquer ici les principaux résultats :

Métal.	Liquide.	Force électromotrice moyenne pour 1° (entre 10° et 30°).	Moyenne.
		Da	Da
Argent.......	Azotate d'argent..................	— 0,000165	— 0,000202
	Bain d'argent pour galvanoplaste.....	— 0,000240	
Fer.........	Perchlorure de fer...............	— 0,00170	— 0,00156
	Azotate de fer....................	— 0,00169	
	Sulfate de peroxyde de fer..........	— 0,00149	
	Alun de fer.......................	— 0,00134	
Nickel......	Chlorure de nickel................	— 0,00208	— 0,00214
	Azotate de nickel.................	— 0,00234	
	Sulfate de nickel.................	— 0,00200	
Magnésium... Aluminium...	Valeurs beaucoup plus grandes que les précédentes, mais très incertaines.		

» Dans la plupart des cas la variation de la force électromotrice cesse d'être proportionnelle à la température; les nombres qui précèdent ne sont que des moyennes correspondant à des différences de température de moins de 20°.

» On remarquera que les sels d'un même oxyde fournissent toujours sensiblement les mêmes nombres. La moyenne relative aux sels de protoxyde de fer est à peu près nulle, tandis que pour les sels de sesquioxyde elle a une valeur négative considérable. Aussi l'électromètre décèle-t-il avec sûreté $\frac{1}{500}$ de sesquioxyde de fer dans un sel de protoxyde. Le sul-

fate de protoxyde de fer commercial non purifié se comporte à peu près comme un sel de peroxyde ([1]). »

PHYSIQUE. — *Sur une pompe automatique à mercure.*
Note de M. G. COUTTOLENC.

« L'appareil que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie est une pompe à mercure fonctionnant à la façon habituelle, mais n'ayant pas de robinets; elle peut, en outre, marcher automatiquement et indéfiniment avec la même quantité de mercure.

» Cette pompe n'est destinée qu'à terminer le vide; aussi ne marche-t-elle que sous une pression de 40^{mm} ou 60^{mm} de mercure au plus; comme on le voit, une trompe à eau suffit pour commencer le vide, pourvu qu'elle soit réunie à l'appareil par un tube desséchant.

» Voici la description de cette pompe. Un réservoir mobile est relié à un tube vertical de $0^{m},80$ environ. (Ce réservoir n'a besoin de se mouvoir que dans une limite de $0^{m},30$ environ.) A la partie supérieure du tube en verre se trouve d'abord une soudure latérale munie d'une soupape (très simple de construction), dont on verra l'utilité plus loin. Immédiatement au-dessus de cette soudure est fixé, par un mastiquage, un tube d'un moindre diamètre plongeant dans le premier (de $0^{m},25$ environ). Sur ce deuxième tube est soudé un réservoir corps de pompe d'une forme convenable, et à la partie inférieure de celui-ci un tube de $0^{m},002$ de diamètre, qui après un coude s'élève verticalement, dépasse de quelques centimètres le réservoir, est renflé à cette place et conduit enfin au récipient à épuiser. La partie supérieure du réservoir corps de pompe se termine par un tube de verre assez fin ($\frac{1}{2}$ à $\frac{2}{3}$ de millimètre de diamètre intérieur), redescendant parallèlement au réservoir après un double coude, et plongeant dans une petite cuvette qui est fixée après lui.

» L'extrémité de ce tube et la cuvette sont entrées et mastiquées dans un réservoir en verre qui communique d'une part avec la trompe à eau et d'autre part avec la soupape dont il a été question tout d'abord.

» Ainsi installé, cet appareil fonctionne de la façon suivante. Le gaz de l'instrument une fois raréfié par la trompe à eau, le mercure s'est élevé dans le tube vertical suffisamment pour isoler les deux tubes concentriques.

([1]) Ce travail a été exécuté au Laboratoire des recherches physiques, à la Sorbonne.

Si à ce moment on relève le réservoir mobile, le mercure montera d'abord dans la soudure latérale, où la soupape l'arrêtera bientôt, et en même temps dans le tube intérieur; en passant devant le tube étroit conduisant au récipient à épuiser, il le fermera et remplira le réservoir corps de pompe en chassant le gaz restant par le tube capillaire supérieur; il s'y engorgera, se rendra dans la petite cuvette, et l'excès tombera à la partie du second réservoir, au-dessus de la soupape. Si maintenant le réservoir mobile redescend, le mercure abandonnera dans le tube fin une colonne suffisante pour le fermer, puis, en se retirant du réservoir corps de pompe, y produira un vide barométrique qui sera mis en relation avec le récipient à vider, lorsque le mercure aura débouché le tube qui y conduit. Mais, en même temps que cet effet se produit, le mercure tombé dans l'autre réservoir au-dessus de la soupape fera retour, en déplaçant celle-ci, dans le tube extérieur. Si l'on remonte encore le réservoir mobile, on voit que les mêmes effets se reproduiront et qu'à chaque fois le récipient à épuiser sera mis en relation avec le *vide barométrique*. Cette pompe fonctionne donc avec rigueur par un simple mouvement de va-et-vient que l'on peut obtenir facilement avec un moteur (¹) ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les tropéines, alcaloïdes mydriatiques artificiels.* Note de M. A. **Ladenburg**, présentée par M. Friedel.

« Ayant réussi à régénérer l'*atropine* par l'action de l'acide chlorhydrique étendu sur un mélange de *tropine* et d'*acide tropique*, je devais être naturellement conduit à étudier l'action d'autres acides organiques sur la tropine dans les mêmes conditions. J'ai pu, très peu après les premiers essais que j'ai tentés dans cette direction, émettre, dans une Communication insérée aux *Monatsberichte* de l'Académie de Berlin (août 1879), l'opinion que les corps résultant de cette réaction, et pour lesquels je propose le nom de *tropéines*, puisqu'ils sont dérivés de la tropine, présenteraient tous une grande analogie avec l'atropine, et que quelques-uns d'entre eux auraient probablement de l'importance en Thérapeutique.

(¹) La soupape que j'emploie est construite de la façon suivante. Dans l'intérieur du tube à fermer, on introduit à frottement dur un tube en caoutchouc épais, de $0^m,03$ de long, dilaté déjà par l'introduction d'un tube de verre de $0^m,02$. Le clapet est fait à l'aide d'une baguette de verre étiré, un léger étranglement du tube enveloppe ne laisse que $0^m,015$ de jeu, et la pointe étirée, pénétrant dans le tube central, sert à guider la soupape.

» Ces vues se sont vérifiées, et je demande à l'Académie la permission de l'entretenir aujourd'hui d'un de ces corps, qui est destiné à jouer un rôle en Oculistique.

» Jusqu'ici j'ai préparé et étudié les tropéines des acides suivants : salicylique, oxybenzoïque, paroxybenzoïque, amygdalique, benzoïque et phtalique.

» La préparation de ces corps est fort simple, mais elle n'est pas toujours facile à réaliser en grand. Tantôt la condensation par l'acide chlorhydrique se fait très rapidement; tantôt au contraire elle est très lente, et l'on est obligé, pour obtenir seulement quelques parties pour 100 de phtalyltropéine, de faire chauffer au bain-marie la tropine et l'acide phtalique, avec l'acide chlorhydrique assez concentré, pendant quinze jours.

» Toutes les tropéines obtenues jusqu'ici sont des corps bien cristallisés, à l'exception de celle dérivée de l'acide oxytoluique, qui se sépare sous forme huileuse. Ce sont des bases fortes formant une série de sels bien cristallisés, que je ne décrirai pas ici.

» Quelques-unes des tropéines ont été étudiées au point de vue de leur action physiologique, et en particulier de celle qu'ils exercent sur les yeux, et je puis déjà dire que, tandis que la *salicyltropéine* ne dilate pas la pupille, pas plus que la tropine elle-même et ses sels, l'*oxybenzoyltropéine* et l'*oxytoluyltropéine* possèdent une action mydriatique. L'action de la première ne présente aucun intérêt particulier; elle est très analogue à celle de l'atropine et de l'hyosciamine, tout en étant plus faible. Toute différente est au contraire celle de l'oxytoluyltropéine, à laquelle, à cause de son homologie avec l'atropine, j'ai donné le nom d'*homatropine*. Je désire ajouter ici quelques observations sur ce corps, à cause de l'importance que je lui attribue.

» On réussit très facilement à préparer l'homatropine. Lorsqu'on fait évaporer pendant un ou deux jours la solution de quantités équivalentes de tropine et d'acide amygdalique dans l'acide chlorhydrique, on obtient environ 50 pour 100 de la quantité théorique d'homatropine, suivant l'équation

$$C^8H^{15}AzO + C^8H^8O^3 + HCl = C^{16}H^{21}AzO^3, HCl + H^2O.$$

» On précipite la liqueur refroidie par un excès de carbonate de potassium, on agite à plusieurs reprises avec le chloroforme, et l'on distille ce dissolvant. Le résidu constituant l'homatropine brute peut être purifié

de plusieurs manières : 1° par transformation en bromhydrate et cristallisation de ce sel ; 2° par précipitation de la solution chlorhydrique avec le chlorure d'or, cristallisation du sel d'or, décomposition de ce dernier par l'hydrogène sulfuré ; 3° par transformation du sel en picrate et décomposition de ce dernier à froid par le carbonate de potassium. Je préfère la première méthode.

» *Bromhydrate d'homatropine* $C^{16}H^{21}AzO^3$, HBr. — Il se sépare par évaporation de sa solution aqueuse en prismes groupés en mamelons. Il est très soluble dans l'eau.

» Le *chlorhydrate* reste à l'évaporation sous forme sirupeuse et ne cristallise qu'à la longue.

» Le *sel d'or* $C^{16}H^{21}AzO^3$, HCl, $AuCl^3$ est peu soluble dans l'eau et s'obtient, par cristallisation dans l'eau chaude, en petites lamelles.

» Le *picrate* $C^{16}H^{21}AzO^3$, $C^6H^3Az^3O^7$ se sépare de l'eau chaude en aiguilles ou en lamelles jaunes brillantes et se dissout très peu à froid.

» Je n'ai pas réussi à obtenir la base libre cristallisée.

» La propriété la plus importante de l'homatropine est l'action qu'elle exerce sur l'œil; les essais ont été exécutés au moyen du chlorhydrate. Deux ou trois gouttes de la solution à 1 pour 100 provoquent, au bout d'environ quinze minutes, la dilatation maxima de la pupille et paralysent l'accommodation ; ces effets diminuent déjà notablement au bout de quelques heures, et *ils ont disparu au bout de vingt-quatre heures.*

» Si cette propriété d'exercer des effets mydriatiques aussi passagers est déjà d'une grande importance et peut être utilisée dans bien des recherches ophthalmologiques, elle acquiert un intérêt encore plus grand par ce fait que l'homatropine n'est qu'un poison très faible par rapport à l'atropine [1].

» Tandis que $0^{gr},002$ d'atropine élèvent déjà notablement la fréquence du pouls d'un chien, $0^{gr},05$ d'homatropine n'avaient eu presque aucune action sur le pouls du même animal, et, en outre, ce dernier ne présentait aucun autre phénomène particulier que la dilatation de la pupille.

» On peut donc prévoir que les ophthalmologues préféreront, pour beaucoup d'usages, l'homatropine à l'atropine, et j'ai pris soin qu'elle fût préparée en grand et mise à leur disposition.

» En terminant, je dois ajouter que, pour les essais ophthalmologiques et physiologiques, j'ai eu le concours précieux de mes collègues MM. Völ-

---

[1] Depuis ma première Communication je suis parvenu à séparer l'atropine pure du Datura.

kers et Quincke, qui publieront prochainement des Mémoires étendus sur les résultats obtenus dans cette direction. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la gélose*. Note de M. **H. Morin**.

« Sous le nom de *gélose*, Payen a présenté en 1859 à l'Académie des Sciences une substance appelée commercialement *mousse de Chine*, dont une des propriétés les plus remarquables est de donner une solution qui se prend « en gelée incolore et diaphane par le refroidissement, solidifiant » ainsi environ cinq cents fois son poids d'eau pure ou formant à poids » égal dix fois plus de gelée que n'en peut fournir la meilleure gélatine animale » ([1]).

» Rare à l'époque où elle fut signalée, la gélose a été introduite depuis quelques années dans le commerce en quantité assez considérable pour rendre son emploi industriel. Expédiée primitivement sous le nom de *Ta-ô* et désignée sous la dénomination impropre d'*Isinglass*, la gélose servait à emballer la porcelaine et les bronzes de la Chine. Matière pour ainsi dire inutilisée dans le principe, elle n'a pas tardé à recevoir des applications industrielles dans la préparation des gelées alimentaires et dans l'apprêt de certaines étoffes.

» Ces applications m'ont paru rendre intéressante une étude plus complète que celles faites jusqu'ici de ses propriétés. C'est de l'action qu'exercent les acides sur la gélose que je me suis occupé en premier lieu; l'effet produit par les acides concentrés ayant été déjà décrit par Payen, je me suis surtout attaché à l'étude des effets produits par les acides dilués.

» Chauffée avec de l'acide nitrique étendu de la moitié de son poids d'eau, la gélose se dissout d'abord, puis ensuite est attaquée avec dégagement d'abondantes vapeurs rutilantes; par le refroidissement, on obtient un dépôt cristallin d'acide mucique : les eaux mères concentrées fournissent de l'acide oxalique.

» Si l'eau bouillante ne dissout qu'une petite quantité de gélose pour l'abandonner par le refroidissement sous forme de gelée, l'action est tout autre lorsque cette eau est légèrement acide. En effet, il suffit de chauffer au bain-marie 100^{gr} de gélose dans 1^{lit} d'eau acidulée par 10^{gr} d'acide

([1]) Payen, *Comptes rendus*, 1859, p. 521.

sulfurique pour obtenir une solution légèrement visqueuse, qui n'est plus susceptible de se prendre en gelée en se refroidissant. La quantité d'acide nécessaire pour obtenir une solution de gélose limpide à froid peut même être abaissée jusqu'à 1^{gr} par litre d'eau ; mais alors il faut prolonger le temps de chauffe. Les acides minéraux ne jouissent pas seuls de la propriété de rendre la gélose soluble ; on obtient des résultats semblables avec les acides oxalique, acétique, la proportion de ce dernier devant néanmoins être augmentée en raison de sa facile volatilité.

» L'eau chauffée sous pression dissout aisément la gélose, mais pour l'abandonner par le refroidissement à l'état de gelée très compacte : il en est ainsi pour des pressions de 2^{atm}, 3^{atm} et 4^{atm}; mais, si l'on chauffe jusqu'à 5^{atm} ou 6^{atm}, on obtient une solution visqueuse à froid qui présente un commencement de modification.

» La gélose calcinée répand l'odeur de gomme brûlée, en laissant un résidu minéral fixe égal à 3,88 pour 100 de son poids. Quoique d'apparence très sèche, elle contient une forte proportion d'eau hygrométrique qu'elle abandonne à l'étuve à $+ 100°$; la perte ainsi obtenue a été trouvée de 22,85 pour 100. Enfin sa solution laisse toujours en suspension une matière floconneuse qui, lavée et séchée à $+ 100°$, correspond à 1,905 pour 100 de son poids et fournit par l'incinération 0,543 pour 100 de matières minérales, renfermant ainsi 1,362 pour 100 de matières organiques, débris d'algues.

» Les solutions de gélose possèdent un pouvoir rotatoire gauche : une série d'observations, faites sur des solutions de 10^{gr} de gélose dans 100^{cc} d'eau en employant le minimum d'acide et examinées à la lumière jaune du gaz salé dans des tubes de $0^{m},20$, a donné une solution constante de $- 4°15'$.

» Si, au lieu de préparer une solution de gélose avec la quantité minimum d'acide, on emploie de l'eau acidulée à $\frac{1}{100}$, et si l'on prolonge l'action de la chaleur, on observe que le sens de la déviation se modifie, et la substance, de lévogyre qu'elle était tout d'abord, devient peu à peu dextrogyre. Ce résultat ne s'obtient que très lentement et, pour constater la déviation maxima dextrogyre constante, il est nécessaire de maintenir pendant vingt-quatre heures la solution au bain-marie. On trouve alors que, dans les conditions ci-dessus, la déviation $- 4°15'$ est devenue $+ 4°10'$. Sous l'action prolongée de la chaleur, on peut donc admettre que les acides transforment le pouvoir rotatoire d'une solution de gélose d'une égale quantité en sens inverse.

» Cette solution dextrogyre réduit à chaud la liqueur cupropotassique, ainsi que les solutions de bichlorure de mercure et de chlorure d'or.

» L'alcool précipite la gélose de sa solution lévogyre, quoique incomplètement, mais ce procédé ne peut servir à l'obtenir à l'état de pureté, car la proportion des sels minéraux augmente dans le précipité avec le nombre des traitements à l'alcool.

» Quoique d'origine bien différente, la gélose présente avec les gommes une certaine analogie qu'il y a lieu de remarquer. Comme ces dernières, elle se transforme en acides mucique et oxalique sous l'action de l'acide nitrique; elle jouit également de la propriété de dévier à gauche les rayons de la lumière polarisée, et cette déviation, sous l'influence des acides et de la chaleur, devient dextrogyre, mais seulement d'une quantité égale; tandis que dans les mêmes conditions la rotation dextrogyre des gommes se trouve doublée [1]. »

CHIMIE. — *Sur le carbonate d'ammoniaque*. Note de M. **E.-J. Maumené**.

« On sait combien la composition du carbonate ammoniacal ordinaire (sesquicarbonate) est variable. Les analyses de H. Rose, celles de M. H. Deville ont offert des différences considérables, moins considérables toutefois que les limites entre lesquelles varient les résultats de chacun de ces deux chimistes. M. H. Deville a trouvé :

		Moyenne.
CO^2..........	de 41,4 à 47,8	44,6
H^3Az.........	de 21,1 à 24,2	22,65
HO...........	de 28,6 à 37,5	33,05
		100,30

» La formule adoptée d'après ces analyses est

$$(CO^2)^3(H^3Az)^2(HO)^5.$$

» J'ai eu récemment l'occasion d'observer un fait qui peut intéresser les chimistes : je m'empresse de le communiquer à l'Académie.

» Deux échantillons de carbonate apportés dans le laboratoire ont présenté, l'un (que je désignerai par la lettre A) une odeur extrêmement vive, l'odeur bien connue, et sa dissolution, saturée au bout de huit jours,

(1) Biot et Persoz, *Annales de Chimie et de Physique*, t. LII, p. 72.

dans le tonneau même où était placé le sel, a atteint 14° densimétriques (D = 1140). Le deuxième (lettre B) n'offrait pas, à beaucoup près, l'odeur vive du premier, et sa dissolution, saturée aussi pendant huit jours, dans un tonneau semblable au premier, n'a pas marqué plus de 6° (D = 1060).

» Des différences aussi grandes ne pouvaient venir d'une différence de composition, même égale à la plus forte de celles indiquées par M. H. Deville; j'ai voulu me l'expliquer par une analyse attentive. En voici les résultats :

	A.	B.	$(CO^2)^3(H^3Az)^2(HO)^5$.
CO^2..............	45,14	45,96	45,52
H^3Az..............	21,49	22,31	23,44
HO (par différence)...	33,37	31,73	31,04
	100,00	100,00	100,00

» J'ajoute que l'eau admise comme pure l'était bien en réalité ; car

3gr,600 du sel A n'ont pas laissé plus de 0,002 par évaporation,
3gr,600 » B » 0,000 »

Les deux sels n'offraient aucune trace sensible de sulfate ni de chlorure.

» Voici donc deux échantillons, à bien peu près identiques, dont les propriétés sont assez différentes pour établir, à n'en pas douter, une très différente structure moléculaire. La composition est parfaitement comprise entre les limites observées par M. Deville.

» Le temps ne paraît pas ramener promptement les deux sels à un état identique. Depuis plusieurs mois, les choses n'ont pas notablement changé. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De l'existence de l'ammoniaque dans les végétaux et la chair musculaire.* Note de M. **H. Pellet.**

« La quantité relativement considérable d'ammoniaque renfermée dans les végétaux permet d'expliquer certains faits qui jusqu'ici n'avaient pas été suffisamment étudiés.

» 1° Dans la fabrication du sucre, lorsqu'on traite les jus par de la chaux pour opérer leur purification, il se dégage une forte odeur ammoniacale. Jusqu'à ce jour, on a attribué l'ammoniaque formée à une attaque des substances azotées par la chaux sous l'influence d'une température de 60° à 100° plutôt qu'au dégagement direct de l'ammoniaque préexistante dans la betterave.

» Les quantités d'ammoniaque que nous avons trouvées étant admises, il est facile de calculer que dans une fabrique de sucre il doit se dégager des jus chaulés et chauffés des doses considérables d'alcali volatil. Dans une fabrique travaillant en moyenne 250 000^{kg} de betteraves par jour (vingt-quatre heures), cela représente 75^{kg} d'ammoniaque (en admettant 0^{gr},030 d'ammoniaque pour 100). Aussi a-t-on cherché un procédé pratique pour recueillir cet alcali volatil, qui représente près de 300^{kg} de sulfate d'ammoniaque.

» 2° Dans des cendres de végétaux, on constate que les unes renferment de l'acide carbonique, comme cela a lieu pour la betterave, le tabac, etc., mais que d'autres n'en contiennent pas ou que des traces, comme, par exemple, pour les cendres de blé.

» Or, dans bien des cas, on a admis que les alcalis combinés à l'acide carbonique représentaient ceux qui, dans la plante, avaient été combinés aux acides organiques et à l'acide azotique. Les cendres de blé, au contraire, n'en renfermant pas, ou que des traces, pouvaient faire supposer que les alcalis étaient entièrement combinés aux acides minéraux; mais alors les calculs n'indiquaient pas des formules connues de sels minéraux.

» Sachant que dans le végétal l'ammoniaque était combinée, ainsi que la potasse et la magnésie, à l'acide phosphorique, nous avons voulu voir si ces phosphates doubles, décomposés par la chaleur, n'attaquaient pas les carbonates. Pour cela, nous avons chauffé 3^{gr} de phosphate double de soude et d'ammoniaque avec 0^{gr},3 de carbonate de chaux dans un cas et 0^{gr},3 de carbonate de soude. Sous l'influence de la chaleur, le tout entre en fusion, et, dans les deux cas, après calcination à une température modérée, *il ne reste plus d'acide carbonique*.

» La dose de 0^{gr},3 de carbonate de soude est suffisante pour montrer combien les phosphates alcalins peuvent décomposer de carbonates. Il n'est donc pas étonnant que dans le blé, par exemple, vu la dose énorme de phosphates contenus, on ne retrouve pas d'acide carbonique; il doit en être ainsi pour tous les végétaux renfermant beaucoup de phosphates alcalins. Dans les végétaux, au contraire, qui ne renferment que peu de phosphates alcalins, il y a seulement une certaine perte d'acide carbonique. Ces remarques s'appliquent aussi aux analyses de cendres des substances animales dont les cendres sont riches en phosphates, telles que la chair, les œufs, etc.; en effet, nous n'avons pas constaté d'acide carbonique dans ces cendres.

» Dans la chair musculaire, nous avons trouvé pour 100^{gr} de substance (bœuf) 0^{gr},15 d'ammoniaque. Or le dosage de l'acide phosphorique a donné

$0^{gr},55$ d'acide phosphorique devant correspondre à $0^{gr},131$ d'ammoniaque. Cette dose d'acide phosphorique est normale, puisque, en général, on a 5 de cendres pour 100 de matière sèche, 27 de matière sèche ou 1,35 de cendres à 40 pour 100 d'acide phosphorique ou $0^{gr},540$ d'acide phosphorique pour 100 de matière normale.

» 3° On sait que les graines de betteraves (et beaucoup d'autres, sinon toutes), traitées par l'eau, fournissent un liquide alcalin. Or il se peut que cette alcalinité soit due directement à un phosphate double de potasse ou de soude et d'ammoniaque. Cette alcalinité, ainsi que les phosphates, est nécessaire pour la végétation première de la graine. Si la dose d'alcalinité est insuffisante, on peut déduire de ce qui précède qu'il est simple d'y remédier, non pas par l'addition de potasse, de soude ou d'ammoniaque comme on l'a proposé, mais en mettant à la disposition de la graine une certaine quantité de phosphates doubles de soude, de potasse et d'ammoniaque. Il n'est donc pas étonnant qu'on ait activé le développement des graines en les mélangeant à du purin, qui contient à la fois de l'ammoniaque, de l'acide phosphorique et des sels de potasse.

» Ces observations, ainsi que les remarques que nous avons faites sur la saturation incomplète par la magnésie des solutions acides par l'acide phosphorique, expliquent pourquoi l'addition de superphosphate de chaux lors de la levée des graines est plutôt nuisible qu'utile, ainsi que l'a démontré M. H. Vilmorin, et cela pour deux causes : d'abord par l'alcalinité indispensable qui est nécessaire au développement de la graine, alcalinité qui est saturée en partie par le superphosphate; en outre, parce que ce superphosphate doit conserver longtemps une légère acidité par suite de la difficulté de neutralisation en présence des carbonates calcaires que la terre renferme. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur une falsification du silicate de soude.* Note de M. F. JEAN.

« J'ai eu récemment l'occasion d'analyser un échantillon de silicate de soude provenant de la Bavière, dans lequel j'ai reconnu une falsification qu'il me paraît utile de signaler.

» L'analyse de ce silicate m'a donné les résultats suivants :

Soude combinée à la silice	8,54
Carbonate de soude	6,36

Soude combinée à un acide gras / Matière grasse.	ou savon alcalin à 2 pour 100.	0,24 / 1,76
Silice..		21,40
Oxyde de fer, alumine, traces de chaux..........................		0,74
Sulfates et chlorures alcalins..................................		0,66
Eau..		60,05
Matières non dosées et pertes...		0,25

» Cet échantillon de silicate de soude renfermait donc 2 pour 100 de savon anhydre; comme une solution de savon à 2 pour 100 se prend en gelée consistante par le refroidissement, l'introduction d'une pareille dose de savon a eu évidemment pour but d'épaissir, de solidifier le silicate, pour lui donner l'apparence d'un produit très concentré et empêcher la prise du degré aréométrique. »

ZOOTECHNIE. — *De la variabilité des mamelles chez les Ovidés des basses Cévennes.* Note de M. TAYON, présentée par M. Bouley.

« Darwin, dans son Livre sur les variations des animaux sous l'influence de la domesticité, s'exprime ainsi au sujet des mamelles des Ovidés :

« L'existence d'une paire de mamelles est un caractère générique du genre *Ovis*, ainsi que des formes voisines; cependant M. Hodgson a remarqué que ce caractère n'est pas absolument constant, même chez les vrais moutons, car il a une fois rencontré chez les Agias (race domestique du pied de l'Hymalaya) des individus portant quatre tétines. Ce cas est d'autant plus remarquable, que, lorsqu'un organe ou une partie, comparés aux mêmes organes ou parties dans les groupes voisins, se trouvent en nombre réduit, ils sont généralement peu sujets à varier. »

» Nous avons vu pour la première fois pendant le mois de janvier, à 5km de Montpellier, chez M. de Saint-Maurice, à Tonnels, dans un troupeau composé de quarante brebis larzac, d'une vingtaine de caussinardes et de quelques individus croisés (larzac-barbarin et caussinard-barbarin) trois brebis à quatre tétines donnant toutes du lait. Deux de ces bêtes étaient des larzacs; la troisième était croisée larzac et barbarin. Chacune d'elles a donné naissance à un agneau pourvu de quatre tétines. Dans le même troupeau, un bélier croisé larzac et barbarin présentait en avant des bourses quatre mamelons égaux. Les caussinardes n'avaient toutes que deux mamelles apparentes.

» A la suite de cette observation, nous résolûmes d'aller dans le pays où

l'on produit et où l'on exploite les brebis laitières, dans l'espérance de généraliser ce fait.

» Vers les derniers jours de février, nous nous rendîmes sur le plateau du Larzac, au Caylar, village de l'Hérault, situé à 833ᵐ d'altitude, dans le troupeau de M. Salze, composé de quatre-vingt-dix bêtes du Larzac : nous n'avons rencontré qu'une seule brebis pourvue de quatre mamelles donnant toutes du lait.

» A Saint-Félix, presque toutes les brebis larzac-barbarines du troupeau de M. Lallemand, composé de cent dix bêtes, avaient quatre tétines.

» A la Cavalerie (Aveyron), centre de production important et ancien, nous avons examiné plus de quatre mille brebis, et nous avons constaté l'existence des quatre tétines chez un très grand nombre de sujets. De même à Roquefort et à Lauras.

» Le développement des mamelles ou des tétines supplémentaires, tout en présentant de grandes différences, semble se faire d'après un certain ordre. Les deux tétines postérieures sont toujours volumineuses et souvent plus développées que les autres. Elles correspondent par leur situation aux tétines normales. Les tétines antérieures ou surnuméraires, au nombre de deux ou de quatre, sont ordinairement plus petites que les premières et ne donnent pas toujours du lait.

» Quelquefois, il n'y a qu'un mamelon surnuméraire, soit à gauche, soit à droite, mais toujours situé en avant. Les trayons surnuméraires se montrent donc sans exception aux parties antérieures de la glande; le contraire se produit chez nos vaches laitières (Sanson).

» La présence de quatre tétines chez les bêtes ovines des basses Cévennes est donc un fait très commun. Nous l'avons constaté au Caylar, à Saint-Félix, à la Cavalerie, à Roquefort, etc. Il n'est pas douteux qu'on ne doive retrouver cette disposition sur d'autres points où l'industrie laitière atteint une grande perfection, à Camarès et à Saint-Maurice par exemple. Chez toutes ces brebis laitières, il y a une tendance générale à l'hypertrophie, d'abord simple, puis à l'augmentation du nombre des tétines.

» Si nous connaissions quelque ancêtre des moutons pourvu de quatre mamelles, nous pourrions songer à un simple *retour en arrière* vers un ovidé prototype, à quatre mamelles et ayant vécu à une époque donnée.

» Si les quatre tétines étaient recherchées dans les fabriques de fromage, nous pourrions croire qu'une ou plusieurs brebis à quatre tétines ont apparu autrefois sans cause appréciable et qu'un éleveur intelligent les a conservées et propagées intentionnellement.

» Les bêtes à quatre trayons sont, comme nous l'avons dit, souvent des individus croisés larzac et barbarin; de plus, il est difficile de rencontrer des brebis larzac absolument pures : l'introduction du mérinos en 1810 par le général Solignac, à Labaume, a laissé des traces sur beaucoup de bêtes à quatre mamelles. On pourrait se demander si ces croisements avec le mérinos et le barbarin n'ont pas joué un rôle dans l'apparition des nouvelles tétines.

« Certaines particularités, dit Darwin, qui, ne caractérisant pas les parents immédiats, ne peuvent par conséquent provenir d'eux, apparaissent souvent dans la progéniture de deux races croisées, tandis qu'elles ne se présentent jamais, ou du moins sont extrêmement rares, aussi longtemps qu'on s'abstient de les croiser. »

» Enfin, l'ancienneté des brebis laitières dans les basses Cévennes et la traite spéciale à laquelle elles sont soumises peuvent certainement être invoquées comme causes modificatrices.

» Quelques documents nous permettent en effet d'affirmer que depuis de longs siècles les bêtes ovines dans le Larzac sont exploitées pour leur lait. Pline parle des fromages du mont Luzara (Lozère) qu'on apportait de son temps de Nîmes à Rome. Bosc, l'historien du Rouergue, constate qu'en 1070 Flotard, de Cornus, faisant une donation de terres au monastère de Conques, comptait parmi leurs revenus deux fromages qui devaient lui être payés par chacune des caves de Roquefort.

» L'aptitude laitière a donc pu se transmettre et augmenter lentement de générations en générations. Les éleveurs d'autrefois et même d'aujourd'hui, en choisissant toujours les filles des meilleures laitières, ont obtenu inconsciemment des résultats auxquels ils n'avaient pu songer.

» Ajoutons à cela qu'on trait la brebis d'une façon digne d'attention. La traite peut se diviser en trois opérations distinctes : la première consiste à *comprimer* toutes les glandes mammaires à la fois entre les deux mains, comme si l'on pressait une éponge; la deuxième, la *traction* des trayons, s'exécute comme pour les autres femelles domestiques. Quand les glandes semblent ne plus contenir de lait, le berger opère le *massage* ou *soubatage*. Il frappe violemment les masses glandulaires avec le revers de la main et exécute de nouvelles tractions sur les mamelons. Après cette nouvelle traite, le massage est fait à nouveau avec la même violence. Un berger habile doit ainsi traire et soubattre successivement jusqu'à ce que les glandes refusent de fournir la plus petite quantité de lait. Nous avons vu soubattre et nous avons pu apprécier l'utilité de cette méthode, qui détermine un

épuisement complet des cavités glandulaires et en même temps un afflux sanguin très considérable.

» En résumé, une sélection prolongée et la traite particulière dont nous venons de parler ont dû concourir à la fois et à augmenter le volume des deux mamelles et à provoquer l'apparition de deux, quatre et même de six nouvelles tétines.

» Il n'est pas douteux que nous serions dans peu de temps en possession d'une variété de brebis à quatre tétines si les éleveurs s'appliquaient plus qu'ils ne le font à conserver et à fixer cette remarquable variation. »

MÉDECINE. — *Sur le traitement de l'éléphantiasis des Arabes par l'emploi simultané des courants continus et des courants intermittents.* Note de MM. **Moncorvo** et **da Sylva Aranjo**, présentée par M. Gosselin.

« L'éléphantiasis des Arabes ou éléphantiacie, cette maladie qui consiste en une hypertrophie du derme et du tissu conjonctif sous-cutané, avec infiltration séreuse permanente dans les mailles de ce dernier, et que d'après les recherches récentes nous attribuons à une maladie du système lymphatique, est fréquente au Brésil.

» On s'en tient habituellement au traitement palliatif par la compression; mais ce traitement n'empêche pas les sujets de marcher difficilement et d'être condamnés à un état d'infirmité déplorable. Nous n'avons pas vu réussir les procédés chirurgicaux conseillés dans ces derniers temps en Amérique, et notamment la ligature de l'artère principale du membre.

» L'un de nous, M. Moncorvo, a d'abord eu l'idée d'essayer l'électricité en se servant seulement des courants induits, et il a remarqué sur plusieurs personnes une diminution très remarquable de la jambe et de la cuisse; mais il n'est pas arrivé à une guérison complète. C'est alors que nous eûmes l'idée, après avoir échangé nos impressions sur l'insuffisance des traitements employés jusqu'à présent, de combiner l'emploi des courants induits et des courants continus. En étudiant les effets obtenus, nous avons constaté que les courants continus avaient pour effet de ramollir et, jusqu'à un certain point, de liquéfier les tissus indurés, et que les courants intermittents provoquaient la résorption des tissus ainsi préparés par les premiers courants.

» Nos débuts dans cette nouvelle voie ayant été heureux, nous avons traité ultérieurement un certain nombre de malades qui ont été guéris et ont été débarrassés de leur infirmité. »

M. Gosselin, en présentant cette Note à l'Académie, croit devoir faire observer que, dans leur travail un peu concis, les auteurs ont eu le tort de ne pas dire comment ils distribuaient l'emploi des électricités, s'ils faisaient l'application simultanée des deux courants sur le membre malade, ou s'ils les employaient consécutivement le même jour ou à des jours différents. Il est regrettable aussi que les auteurs n'aient pas dit combien de temps il fallait pour arriver à la guérison, ni si les malades ont été suivis assez longtemps pour qu'on soit sûr qu'il n'y ait pas eu de récidive. M. Gosselin se propose de demander des éclaircissements sur ces points à MM. Moncorvo et da Sylva Aranjo.

La séance est levée à 4 heures.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 avril 1880.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. XCVI. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; t. XIX et XX, 1876-1877-1878. Angers, impr. Lachèse, 1876-1879; 2 vol. in-8°.

Les Mammifères fossiles de l'Amérique du Sud (los Mamiferos fosiles de la America del Sud); par le Dr H. Gervais *et* F. Ameghino. Paris, F. Savy; Buenos-Aires, Igon Hermanos, 1880; in-8°.

Commission de la Carte géologique de la Belgique. Description de gîtes fossilifères devoniens et d'affleurements du terrain crétacé; par le Prof. C. Malaise. Bruxelles, F. Hayez, 1879; in-4°.

Mémoires de la Société paléontologique suisse. Vol. VI, 1879 : *Description des fossiles des couches tithoniques des Alpes fribourgeoises; par* E. Faivre. Genève, impr. Schuchardt, 1880; in-4°.

De l'immobilisation de l'anse intestinale dans quelques opérations graves de hernie étranglée; par le Dr E. Bourguet, d'Aix. Paris, Asselin, 1879; br. in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1880.)

Sur l'existence d'un tremblement réflexe dans le membre non paralysé chez certains hémiplégiques. — Note sur l'état de la moelle épinière dans un cas de pied bot équin. — Recherches sur la dégénérescence des nerfs séparés de leurs centres trophiques. — Recherches sur les lésions du système nerveux dans la paralysie diphtéritique. — Atrophie musculaire et paraplégie dans un cas de syphilis maligne précoce; par M. J. Dejérine. Paris, sans date ; 5 brochures in-8° et in-4°. (Présenté par M. Vulpian pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1880.)

Un aventurier viennois à Paris; par C.-A. Mayrhofer. Vienne, impr. W. Heinrich, 1880 ; br. in-8°.

Atti dell' Accademia pontificia de' nuovi Lincei; anno XXXII, sessione IV^a, del 16 marzo 1879 ; sessioni V^a, del 27 aprile; VI^a, del 25 maggio, e VII^a, del 22 giugno 1879. Roma, 1879 ; 2 livr. in-4°.

Nova acta Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae germanicae naturae curiosorum; t. XXXVII, XXXVIII, XXXIX, XL. Dresdae, 1875-1878 ; 4 vol. in-4°.

Leopoldina amtliches Organ der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch deutschen Akademie der Naturforscher, 1874-1879. Dresden et Halle, 1874-1879 ; 6 livr. in-4°.

Upsala universitets fyrahundraars jubelfest; september 1877. Stockholm, Norstedt et soners, 1879 ; in-8°.

The contact theory of voltaic action; Paper n° III; *by* Prof. W. E. Ayrton *and* John Perry. London, 1879 ; in-4°. (From the *Philosophical Transactions of the royal Society;* Part I, 1880.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 AVRIL 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur le problème inverse du mouvement d'un point matériel sur une surface de révolution*. Note de M. H. Resal.

« Dans la dernière séance, j'ai donné la solution du problème en employant les coordonnées sphériques, auxquelles je vais substituer maintenant les coordonnées cylindriques.

» Soient z l'ordonnée du mobile m, parallèle à l'axe de révolution Oz; r le rayon $m\mathrm{I}$ du parallèle; β l'angle $\mathrm{TJ}y$ formé par la méridienne avec le rayon de l'équateur;

$$(1)\qquad r = \mathrm{F}(z), \quad \psi = f(z)$$

l'équation du méridien et la seconde équation qui sert à définir la courbe. Nous avons

$$(2)\qquad \tang\beta = \frac{dz}{dr}$$

et, en nous reportant aux formules et notations de l'article précité,

$$(3)\qquad \begin{cases} \dfrac{d^2\sigma}{dt^2} = \mathrm{T} + r\cos\beta\,\dfrac{d\psi^2}{dt^2},\\[2mm] 0 = \mathrm{P} - r\dfrac{d^2\psi}{dt^2} - 2\,\dfrac{d\psi}{dt}\,\dfrac{dr}{dt}.\end{cases}$$

» En substituant à t la variable $\omega = \dfrac{dz}{dt} = \sqrt{w}$, ces équations deviennent

$$\mathrm{T} = w\,\frac{d^2\sigma}{dz^2} + \frac{1}{2}\,\frac{dw}{dz}\,\frac{d\sigma}{dz} + wr\cos\beta\,\frac{d\psi^2}{dz^2},$$
$$\mathrm{P} = r\left(w\,\frac{d^2\psi}{dz^2} + \frac{1}{2}\,\frac{dw}{dz}\,\frac{d\psi}{dz}\right) + 2w\,\frac{d\psi}{dz}\,\frac{dr}{dz}.$$

» Comme w reste indéterminé, on peut, pour plus de simplicité, le supposer constant et même égal à l'unité, la suppression de l'homogénéité n'offrant aucun inconvénient, puisque dans ce qui suit, comme dans ce qui précède, on ne considérera que des rapports. Il vient alors

$$(4)\qquad \begin{cases} \mathrm{T} = \dfrac{d^2\sigma}{dz^2} + r\cos\beta\,\dfrac{d\psi^2}{dz^2},\\[2mm] \mathrm{P} = r\dfrac{d^2\psi}{dz^2} + 2\,\dfrac{d\psi}{dz}\,\dfrac{dr}{dz},\\[2mm] \mathrm{S} = \cos i(\mathrm{T}\,\mathrm{tang}\,i - \mathrm{P}),\end{cases}$$

avec les relations

$$(5)\qquad \mathrm{tang}\,i = \frac{r\,d\psi}{d\sigma} = \frac{r\dfrac{d\psi}{dz}}{\sqrt{1 + \dfrac{dr^2}{dz^2}}},$$

$$(6)\qquad \mathrm{tang}\,\chi = \frac{\mathrm{SR}}{\left(1 + \dfrac{dr^2}{dz^2}\right)(r^2 + z^2)}.$$

» Dans le cas d'un cylindre de révolution,

$$r = \text{const.},\quad d\sigma = dz,\quad \mathrm{tang}\,i = r\frac{d\psi}{dt};$$

par suite,

$$\mathrm{T} = 0,\quad \mathrm{P} = r\frac{d^2\psi}{dz^2}.$$

» L'équation différentielle des lignes géodésiques est donc $\mathrm{P} = 0$ ou

$$\frac{d^2\psi}{dz^2} = 0,$$

d'ou

$$\psi = Az + C,$$

équation qui représente bien la famille des hélices.

» Nous allons appliquer maintenant les formules ci-dessus aux lignes tracées sur un tore.

» Soient $b = CO$ la distance à Oz du centre C du cercle générateur, dont le rayon est $mC = a$, et φ son inclinaison sur OC. Nous supposerons, en nous basant sur des considérations exposées plus haut, $\frac{d\varphi}{dt} = 1$ ou $t = \varphi$. Nous avons

$$r = b + a\cos\varphi, \quad z = a\sin\varphi, \quad d\sigma = a\,d\varphi, \quad \beta = \varphi + 90^\circ.$$

» En posant $\frac{d\psi}{d\varphi} = u$, les formules (3) et (5) deviennent

$$T = (b + a\cos\varphi)\sin\varphi\, u^2,$$

$$P = (b + a\cos\varphi)\frac{du}{d\varphi} - 2ua\sin\varphi,$$

$$\operatorname{tang} i = \left(\frac{b + a\cos\varphi}{a}\right) u.$$

» Nous ne nous occuperons ici que des lignes géodésiques du tore, qui sont données par

$$\left(\frac{b + a\cos\varphi}{a}\right)^2 \sin\varphi \,.\, u^3 = (b + a\cos\varphi)\frac{du}{d\varphi} - 2ua\sin\varphi.$$

Si l'on multiplie par u, et que l'on pose $u^2 = v$, on trouve

$$\frac{dv}{d\varphi} - \frac{4av\sin\varphi}{b + a\cos\varphi} - \frac{2(b + a\cos\varphi)}{a} v^2 \sin\varphi = 0,$$

d'où, en divisant par v^2,

$$\frac{d\frac{1}{v}}{d\varphi} + \frac{4a\sin\varphi}{b + a\cos\varphi}\,\frac{1}{v} + \frac{2(b + a\cos\varphi)\sin\varphi}{a} = 0,$$

équation différentielle linéaire en $\frac{1}{v}$ dont l'intégrale est, en désignant par C une constante,

$$\frac{1}{v} = \frac{C}{a^4}(b + a\cos\varphi)^4 - \frac{1}{a^2}(b + a\cos\varphi)^2,$$

d'où

$$d\psi = \frac{a^2\,d\varphi}{(b + a\cos\varphi)^2\sqrt{C - \frac{a^2}{(b + a\cos\varphi)^2}}},$$

équation dont il nous paraît impossible d'exprimer, en général, l'intégrale au moyen des fonctions connues.

» Si $b = 0$ ou s'il s'agit d'une sphère, on a, en remplaçant $C - 1$ par A^2,

$$d\psi = \frac{d\varphi}{\cos^2\varphi\sqrt{A^2 - \tang^2\varphi}},$$

d'où, ε étant une constante,

$$\psi + \varepsilon = \arcsin\frac{\tang\theta}{A}$$

ou

$$\tang\theta = A\sin(\psi + \varepsilon),$$

qui est l'équation polaire la plus générale d'un plan passant par le centre.

» Nous ne multiplierons pas davantage les exemples. Qu'il nous suffise d'avoir montré que l'on peut, dans certaines circonstances, tirer un bon parti de la méthode nouvelle que nous venons d'exposer. »

PHYSIQUE. — *Sur la loi de répartition suivant l'altitude de la substance absorbant dans l'atmosphère les radiations solaires ultra-violettes;* par M. A. CORNU.

« L'étude de la variation de la limite ultra-violette du spectre solaire avec la hauteur du Soleil et avec l'altitude ([1]) m'a conduit à un certain nombre de résultats expérimentaux que je vais brièvement rappeler.

» 1° La longueur d'onde λ de la radiation à la limite de visibilité photographique observée dans le spectre ultra-violet, lorsque le Soleil est à une hauteur h au-dessus de l'horizon, est donnée empiriquement par une expression de la forme

$$\log\sin h = m\lambda + n,$$

m et n étant deux constantes; de sorte que, si l'on prend le logarithme sinus de la hauteur du Soleil comme ordonnée et la longueur d'onde comme abscisse, la ligne représentative des points ainsi définis, correspondant aux diverses heures de la journée, est une droite.

» 2° A des altitudes croissantes, la droite représentative se déplace parallèlement à elle-même, proportionnellement à la variation d'altitude, dans

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1101 et 1285; t. LXXXIX, p. 808.

le sens d'un accroissement de visibilité du spectre; le taux de la progression q est d'environ $868^m,2$, c'est-à-dire qu'à hauteur égale du Soleil on voit reculer d'une unité (millionième de millimètre) sur l'échelle des longueurs d'onde la limite visible lorsqu'on s'élève de $868^m,2$; de sorte que l'équation de la droite prend la forme

$$\log \sin h = m\left(\lambda + \frac{z}{q}\right) + n. \tag{1}$$

» 3° Les résultats précédents ne sont exacts que lorsque le ciel est pur; les accidents physiques et météorologiques, comme les poussières, les brumes, les brouillards secs, etc., se traduisent par une déformation de la ligne représentative, dans le sens d'une exagération du pouvoir absorbant de l'atmosphère, apparente surtout lorsque le Soleil s'approche de l'horizon.

» La loi représentée par (1) ne peut être, à un point de vue rigoureux, qu'une loi approximative; on peut toutefois se demander quelles conséquences on pourrait en déduire si on la considérait comme exacte, sinon comme valeur numérique des coefficients, du moins comme forme mathématique; envisagée à ce point de vue, elle impose à la constitution optique de l'atmosphère des conditions qu'il est intéressant de mettre en évidence, car elles peuvent caractériser la nature des substances qui exercent l'absorption et les lois qui régissent ce phénomène.

» Pour traiter la question par le calcul, on ne peut pas, avec le nombre restreint des données expérimentales dont nous disposons, aborder le problème de la constitution de l'atmosphère dans toute sa généralité; nous allons nous borner au cas simple, et d'ailleurs très vraisemblable, dont voici l'énoncé :

» *On supposera que le pouvoir absorbant de l'atmosphère (formée de couches horizontales) est dû à une substance unique ou à un mélange homogène, entrant dans l'air pour une proportion variable et inconnue suivant l'altitude.*

» Je me propose de montrer que, le problème étant ainsi posé, les résultats précédents suffisent à déterminer la loi inconnue de répartition de la matière absorbante avec l'altitude et à exclure par là même certaines causes auxquelles on pouvait attribuer jusqu'ici l'absorption des radiations ultra-violettes.

» Soient a_λ le coefficient d'absorption de la matière absorbante, l l'épaisseur qu'elle occuperait si elle était ramenée à sa densité normale, J_λ l'intensité propre d'une radiation solaire de longueur d'onde λ_1, P_λ l'intensité de l'impression photographique pour une durée t d'exposition, $F(t,\lambda)$ la

fonction caractéristique de la couche impressionnable; on aura pour expression de l'intensité photographique de la radiation J_λ qui aura traversé la somme d'épaisseurs équivalente à l de l'absorbant sous l'inclinaison h

$$P_\lambda = J_\lambda F(t, \lambda) a_\lambda^{\frac{l}{\sin h}}. \tag{2}$$

» Dans mes expériences, t est une constante T, de sorte qu'on peut, pour abréger, poser $J_\lambda F(T, \lambda) = S_\lambda$, fonction de λ qui représenterait l'intensité photographique de chaque radiation pour la durée de pose T si l'atmosphère terrestre n'existait pas. Comme on observe l'intensité limite w qui est très faible, le rapport de S_λ à w est un nombre très grand que nous désignerons par ρ_λ; la condition de limite de visibilité s'écrit

$$\rho_\lambda a_\lambda^{\overline{\sin h}} = 1.$$

» Prenons deux fois de suite le logarithme vulgaire des deux membres; il vient

$$\log \sin h = \log l + \log \log \left(\frac{1}{a_\lambda}\right) - \log \log \rho_\lambda. \tag{3}$$

» On voit d'abord que la variable $\log \sin h$, à laquelle j'avais été conduit empiriquement par la discussion des résultats numériques, est réellement une variable naturelle du problème : il y a donc quelque probabilité d'avoir rencontré les vrais éléments de la question, et quelque motif de croire que l'équation (1) a plus qu'une valeur empirique.

» L'équation (3) donne une relation entre la hauteur du Soleil h, l'altitude dont l est une fonction inconnue (somme de toutes les épaisseurs traversées à l'altitude de la station d'observation) et la longueur d'onde λ à la limite de visibilité; elle exprime donc théoriquement la même relation que l'équation empirique (1) : on peut, par conséquent, les identifier. L'égalité des valeurs de $\log \sin h$ qui forme leurs seconds membres donne la relation

$$m\left(\lambda + \frac{z}{q}\right) + n = \log l + \log \log \left(\frac{1}{a_\lambda}\right) - \log \log \rho_\lambda, \tag{4}$$

laquelle se décompose en deux autres, car les variables z et λ sont séparées :

$$m\lambda + n = \log \log \left(\frac{1}{a_\lambda}\right) - \log \log \rho_\lambda + \log C, \tag{5}$$

$$m \frac{z}{q} = \log l - \log C, \tag{6}$$

$\log C$ représentant une constante arbitraire.

» La première (5), contenant deux fonctions inconnues a_λ et ρ_λ, ne peut être utilisée sans une discussion préalable, que nous ferons ultérieurement; la seconde (6) donne la loi inconnue qui lie l'altitude z à l'épaisseur l réduite de l'absorbant : on voit qu'elle est de même forme que celle qui lie l'altitude à la pression barométrique h :

$$(7) \qquad z = 18336^{\text{m}}(\log h_0 - \log h)$$

(voir l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1880, p. 442. On a supprimé les termes de correction qui sont ici négligeables : h_0 est la hauteur du baromètre à la station inférieure).

» Si l'on substitue à m et q les valeurs déduites des observations faites dans les Alpes, au Riffelberg et à Viège (*Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 813) $m = -0,048882$ (en prenant les logarithmes vulgaires; c'est l'équivalent de $0,11256$ donné p. 813, correspondant aux logarithmes népériens) et $q = 868^{\text{m}},2$ (p. 812), on trouve

$$(8) \qquad z = 17761^{\text{m}}(\log C - \log l),$$

expression qui serait identique avec la formule barométrique si le coefficient 17761 était égal au coefficient 18336; mais, comme l'approximation du coefficient q ne dépasse guère $\frac{1}{25}$, on ne saurait espérer une vérification plus précise. Nous regarderons donc comme complète la coïncidence numérique des deux coefficients et nous conclurons, par identification, que $\log l$ et $\log h$ ne diffèrent que par une constante que nous appellerons $\log b$; par suite,

$$(9) \qquad l = bh.$$

» Donc *la masse de la matière absorbante est à chaque altitude proportionnelle à la pression barométrique*, par conséquent *dans un rapport constant avec la masse de l'air atmosphérique*.

» Ce résultat exclut immédiatement la vapeur d'eau comme matière absorbant les radiations ultra-violettes. En effet, le poids de la vapeur d'eau est loin d'être en rapport constant avec le poids de l'atmosphère : la proportion diminue au contraire rapidement avec l'altitude. Suivant M. Radau [1], les observations hygrométriques simultanées, exécutées dans les Alpes sous la direction de Kaemtz, Bauerfeind, etc., seraient représentées avec

[1] *Actinométrie*, p. 15. Paris, Gauthier-Villars, 1877.

exactitude par la formule

$$(10)\qquad z = 6700^{m}(\log f_0 - \log f),$$

dans laquelle f désigne la force élastique de la vapeur d'eau à l'altitude z. L'identité de forme entre cette expression et celle qui représente la pression barométrique (7) rend la comparaison très facile, mais cette fois l'identification n'est plus possible avec la loi (8) déduite des observations spectrales; on voit, en effet, que, malgré l'incertitude qui peut subsister sur la valeur numérique du coefficient 17761 de $(\log C - \log l)$, il est impossible d'identifier les deux lois, le coefficient de $(\log f_0 - \log f)$ de l'équation (10) étant presque trois fois moindre.

» On pourrait objecter que l'équation (10), représentant des déterminations faites dans des circonstances différentes des miennes, ne convient pas bien à mes propres résultats; mais j'ai pris soin d'observer souvent le point de rosée r pendant mes observations spectrales. Voici le résultat pour l'heure de midi, au maximum d'étendue du spectre, dans deux journées très voisines :

Au Riffelberg ($z = 2570^{m}$).....	$r = +\ 1^{\circ},0$	d'où	$f = 4^{mm},94$	le 26 juillet 1879,
A Viège ($z = 660^{m}$)...........	$r = 12^{\circ},0$	d'où	$f = 10^{mm},46$	le 28 juillet 1879.

Ces données suffisent pour calculer le coefficient numérique de l'équation (10), que l'on trouve alors égal à 5870^{m}; la divergence est encore plus forte.

» On peut donc affirmer que *la vapeur d'eau n'est pas la cause principale de l'absorption des radiations ultra-violettes*, comme le pensent plusieurs physiciens, et comme je l'ai cru moi-même au début de ces expériences.

» La démonstration de ce résultat peut être mise sous une forme plus saisissante et susceptible d'extension à d'autres cas; en effet, substituons dans l'équation (6) la valeur de $\log l$ tirée de l'expression $z = z_0(\log l_0 - \log l)$, qui représente la forme générale rencontrée dans les deux cas précédents : on en déduit aisément, par identification,

$$(11)\qquad q = -mz_0;$$

c'est la valeur théorique du taux de l'accroissement de visibilité du spectre ultra-violet avec l'altitude. Si l'on substitue pour m la valeur donnée précédemment ($m = -0,048882$), et pour z_0 le coefficient numérique 5870^{m} déduit de mes observations hygrométriques, on trouve $q = 286^{m},9$.

» On en conclut que *si l'absorption des radiations ultra-violettes était due*

exclusivement à l'action de la vapeur d'eau distribuée avec l'altitude suivant la loi que l'expérience indique, l'accroissement de visibilité du spectre solaire ultra-violet serait d'une unité (millionième de millimètre) sur l'échelle des longueurs d'onde pour un accroissement d'altitude de $286^m,9$. L'observation directe ayant donné trois fois plus, c'est-à-dire une unité pour $868^m,2$, il y a lieu de rejeter la vapeur d'eau comme cause exclusive de l'absorption des radiations ultra-violettes.

» *Il est, au contraire, fort vraisemblable d'attribuer aux autres éléments de l'atmosphère, dont la proportion est regardée comme constante à toutes les altitudes, le pouvoir d'absorber les radiations très réfrangibles,* car le coefficient $z_0 = 18336$ (constante de Ramond), qui caractérise l'épaisseur absorbante l dans la formule barométrique (7), donne pour le taux de l'accroissement de visibilité $q = 896^m,3$, c'est-à-dire le nombre observé, à l'approximation que comporte ce genre de mesures.

» Le même mode de démonstration servirait à prouver que *les poussières atmosphériques, auxquelles plusieurs physiciens attribuent la plus grande partie de l'absorption des radiations ultra-violettes, ne jouent qu'un rôle secondaire*. On sait, en effet, que les poussières atmosphériques existent surtout dans les basses régions de l'atmosphère et disparaissent d'une façon presque complète aux altitudes élevées. C'est, en effet, à l'absence de ces poussières et ces brumes que l'on attribue généralement la transparence de l'air des montagnes. On pourrait donc approximativement représenter la loi de répartition de ces poussières avec l'altitude par une expression de même forme que précédemment : il suffirait pour en faire usage de déterminer le coefficient numérique qui la caractérise. Bien qu'il soit difficile d'éviter les appréciations arbitraires, on peut se former une idée de la progression en admettant, par exemple, qu'à 1000^m de hauteur il n'existe que la dixième partie des poussières qui obscurcissent l'atmosphère dans les basses régions : cette évaluation n'a certainement rien d'exagéré; d'où la condition $1000 = -z_0 \log\frac{1}{10}$, c'est-à-dire $z_0 = 1000^m$, d'où l'on conclurait

$$q = -mz_0 = 48^m,8,$$

ce qui donnerait une progression dans la visibilité près de vingt fois plus rapide que celle que l'on observe.

» En résumé, la discussion de mes observations sur la limite ultra-violette du spectre solaire permet de définir, avec une netteté et une approximation assez inattendues, la loi de répartition dans l'atmosphère, suivant l'altitude, de la matière absorbant les radiations très réfrangibles venant

du Soleil : l'identité de cette loi avec la formule barométrique montre que l'absorption est exercée par la masse gazeuse de l'atmosphère et non par la vapeur d'eau, ou par les poussières, qui conduiraient à des progressions différentes.

» Il est fort curieux que la vapeur d'eau, qui paraît jouer le rôle prédominant dans l'absorption des radiations peu réfrangibles du spectre, ne soit pas la substance qui exerce l'influence principale dans l'absorption des radiations ultra-violettes ([1]). »

CHIMIE. — *Etude des propriétés explosives du fulminate de mercure*; par MM. **Berthelot** et **Vieille**.

« 1. L'Académie se rappelle qu'elle m'a fait l'honneur de me désigner, il y a quelques années, au choix du Ministre de la Guerre, pour faire partie du Comité consultatif des Poudres et Salpêtres. Peut-être les recherches théoriques et pratiques que j'avais eu occasion de faire sur les matières explosives pendant le siège de Paris n'étaient-elles pas étrangères à cette désignation. Les problèmes théoriques en particulier, relatifs aux nouvelles substances explosives, telles que les picrates, la nitroglycérine, la dynamite Nobel, la poudre-coton, etc., n'avaient guère été posés avant mes premières publications : *Sur la force de la poudre et des substances explosives* ([2]). Ils ont pris un intérêt de plus en plus vif par suite des applications croissantes de ces nouveaux composés aux travaux pyrotechniques.

([1]) J'ai tenu à vérifier ce résultat par une expérience directe : j'ai constaté que l'air saturé d'humidité à 15° et l'air soigneusement desséché, observés sous une épaisseur de 4^m dans l'appareil précédemment décrit (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1290), ne présentent aucune différence appréciable dans l'absorption qu'ils exercent sur les radiations très réfrangibles du spectre de l'aluminium.

L'eau, à l'état liquide, agit également d'une manière très différente sur les deux extrémités du spectre. M. Soret a montré, en effet, que l'eau distillée est parfaitement transparente pour les radiations très réfrangibles (*Archives de Genève*, mars 1878), puisqu'une colonne d'eau distillée de $1^m,16$ laisse passer la radiation n° 28 (spectre du zinc, $\lambda = 206$); au contraire, pour les radiations infra-rouges, l'eau est si opaque, d'après les expériences de notre confrère M. Desains, que $0^m,01$ d'épaisseur enlève au spectre calorifique des métaux incandescents la moitié de leur longueur et les trois quarts de leur intensité (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 286).

([2]) 1re édition, janvier 1871; 2e édition, 1872; chez Gauthier-Villars.

» L'appui donné par l'Académie à cet ordre de recherches n'est pas demeuré stérile. En effet, le Ministre de la Guerre a institué récemment une Commission des substances explosives, destinée à en approfondir l'examen scientifique. Cette Commission vient aujourd'hui vous présenter, avec l'autorisation libérale du Ministre, les premiers résultats de la portion théorique de ses études, choisis parmi ceux qui ont paru susceptibles d'être publiés avec profit pour la Science et sans inconvénient pour la défense nationale.

» Ces résultats comprennent l'étude des propriétés explosives du fulminate de mercure, par MM. Berthelot et Vieille; l'étude des propriétés explosives du coton-poudre pur ou nitraté et celle de la nitroglycérine, par MM. Sarrau et Vieille. L'Académie connaît déjà les remarquables travaux de M. Sarrau sur les diverses poudres. M. Vieille, qui nous a apporté dans ces dangereuses expériences le concours d'un zèle et d'une adresse consommés, est un jeune ingénieur du plus grand mérite et dont le nom reparaîtra sans doute plus d'une fois dans cette enceinte. Je vais exposer les recherches que j'ai exécutées, avec sa collaboration, sur le fulminate de mercure.

» 2. Le fulminate de mercure est l'un des types les plus parfaits des matières brisantes; il joue le principal rôle dans la fabrication des amorces, comme dans la détonation proprement dite de la poudre-coton et de la dynamite. Au point de vue de la théorie, aussi bien que des applications, son étude présente la plus grande importance. Cependant l'examen scientifique de ses propriétés explosives n'a guère été entrepris jusqu'à présent : soit à cause des dangers que présente le maniement de cette substance, soit en raison de la date toute récente à laquelle les problèmes théoriques relatifs aux nouvelles matières explosives ont été soulevés pour la première fois.

» Nous avons déterminé dans nos expériences :

» 1° La nature des produits de l'explosion du fulminate, nature qui avait été soupçonnée, plutôt que reconnue par des analyses exactes; elle joue un rôle essentiel dans l'interprétation des effets explosifs de la matière;

» 2° La chaleur dégagée pendant l'explosion du fulminate pur; on en conclut sa chaleur de formation et une certaine mesure de ses effets explosifs;

» 3° La densité du fulminate de mercure;

» 4° La pression développée pendant l'explosion en vase clos, dans des conditions diverses de volume des capacités enveloppantes et de contact entre leurs parois et le corps explosif.

» L'ensemble de ces résultats fournit des notions plus précises sur les effets explosifs du fulminate de mercure, et il permet de rendre compte des caractères propres de la détonation de cette substance. Exposons les faits.

» 3. Le fulminate provenait de l'École d'Arras. Il a fourni à l'analyse :

	Expérience.		Théorie ($C^4Az^2Hg^2O^4$).
Hg (1)	71,30	Hg	70,40
CO (2)	19,40	CO	19,75
Az (2)	9,60	Az	9,85
H (3)	0,04		100,00
	100,34		

» Le léger excès de mercure que présentent ces analyses résulte d'un peu de métal libre, mélangé mécaniquement avec le fulminate, et que l'on peut manifester en mettant le corps en suspension dans l'acide chlorhydrique.

» 4. *Gaz dégagés.* — L'explosion du fulminate a été déterminée dans l'intérieur d'une éprouvette d'acier; 3^{gr} de fulminate étant disposés dans une petite cartouche de papier d'étain, suspendue au centre. L'inflammation a lieu en portant à l'incandescence, au moyen d'un courant électrique, un fil métallique fin qui traverse la cartouche. L'éprouvette avait été remplie à l'avance d'azote pur et sec, sous une pression et à une température rigoureusement connues. Après l'explosion, on a mesuré le volume des gaz produits et l'on en a fait l'analyse exacte. Dans cinq essais on a obtenu des nombres qui ont varié entre 230^{cc} et 238^{cc}, en moyenne $234^{cc},2$ pour 1^{gr} de fulminate : la théorie indique $235^{cc},8$. Ces gaz renfermaient sur 100^{vol} :

$CyH + CO^2$	0,15	
CO	65,70	Rapport : 2,04.
Az	32,28	
H	1,87 (4).	

Il résulte de ces données que le fulminate se décompose, suivant une réaction très simple, en oxyde de carbone, azote et mercure :

$$C^4Az^2Hg^2O^4 = 2C^2O^2 + Az^2 + Hg^2.$$

(1) Dosé sous forme de sulfure, après attaque par l'acide chlorhydrique additionné d'un peu de chlorate de potasse.

(2) Déterminé en volume, après explosion en vase clos.

(3) Même remarque. Cet hydrogène est probablement accidentel, c'est-à-dire qu'il paraît provenir des matières grasses employées pour lubrifier les joints du vase.

(4) Accidentel. Voir plus haut.

1^{eq} (284^{gr}) fournit $66^{lit},7$ de gaz (à 0° et 760^{mm}). D'après cette relation, la détonation du fulminate ne produit aucun composé susceptible d'une dissociation notable [1] dans les conditions d'expérience; par suite, aucune combinaison graduelle, susceptible de modérer la détente des gaz et de diminuer la violence du choc initial, ne peut avoir lieu pendant la période du refroidissement : ce qui explique la brusquerie de l'explosion. Elle serait plus brusque encore, si la condensation de la vapeur du mercure ne venait, vers la fin du refroidissement, apporter quelque tempérament. En tout cas, la nature des produits explique le caractère du choc explosif.

» 5. *Chaleur produite.* — Les expériences précédentes ont été faites en tenant l'éprouvette d'acier plongée dans un calorimètre plein d'eau, de façon à mesurer simultanément la chaleur développée, dans les conditions mêmes de la décomposition analysée. On a trouvé pour 1^{gr} : $403^{cal},5$ (moyenne de cinq essais concordants); ce nombre doit être accru de $\frac{1}{80}$, pour tenir compte du mercure mécaniquement mélangé (voir plus haut). On a ainsi, pour 284^{gr} : $+116^{Cal},0$ à volume constant; ou $+114^{Cal},5$ à pression constante. Cette quantité de chaleur serait capable de porter les produits, tous amenés à l'état gazeux, jusque vers 4200°.

» 6. *Chaleur de formation.* — Il est facile de tirer de là la chaleur de formation du fulminate de mercure, depuis ses éléments :

$$C^4 \text{ (diamant)} + Az^2 + O^4 + Hg^2 \text{ liq} = C^4Az^2Hg^2O^4, \text{ absorbe : } 51,6 - 114,5 = -62,9.$$

Cette quantité est négative, comme on devait s'y attendre. La chaleur dégagée dans la décomposition du fulminate résulte donc de deux causes, savoir : la séparation des éléments et la combustion simultanée du carbone par l'oxygène.

» Tels sont les résultats obtenus en vase clos et dans une atmosphère d'azote.

» Au contact de l'air, ou dans un vase qui renferme ce gaz, il se forme de l'acide carbonique, par suite de la combustion totale ou partielle de l'oxyde de carbone; celle-ci dégage en plus : $+136^{Cal},4$; ce qui fait en tout $+250^{Cal},9$, la combustion étant supposée totale et opérée à pression constante. Mais cette quantité de chaleur supplémentaire n'intervient pas dans les effets du choc initial, parce qu'elle résulte d'une combustion consécutive.

---

[1] On néglige ici les traces de dissociation que l'oxyde de carbone manifeste au rouge, d'après M. H. Sainte-Claire Deville, et en vertu desquelles il engendre des quantités à peine perceptibles de carbone et d'acide carbonique.

» Le contraire a lieu lorsqu'on mélange le fulminate avec du chlorate de potasse ou avec de l'azotate ; ce qui a également pour effet de transformer l'oxyde de carbone en acide carbonique, avec un dégagement de chaleur qui s'élève, à pression constante, à $+258,2$ avec le chlorate :

$$C^4Az^2Hg^2O^4 + \tfrac{2}{3}(ClO^6K) = 2C^2O^4 + Az^2 + Hg^2 + \tfrac{2}{3}KCl,$$

et à $+229,4$ avec l'azotate :

$$C^4Az^2Hg^2O^4 + \tfrac{4}{5}(AzO^6K) = \tfrac{4}{5}CO^3K + 3\tfrac{1}{5}CO^2 + 2\tfrac{4}{5}Az + Hg^2.$$

» Le dégagement de chaleur est ainsi double de celui que produit le fulminate pur; mais le choc initial est tempéré ici par des phénomènes de dissociation, dus à l'acide carbonique, et qui rendent ces poudres mélangées moins brusques dans leurs effets. La température développée est réduite en outre par la répartition de la chaleur entre des masses de produits plus considérables.

» 7. *Densité.* — L'évaluation des pressions exercées au contact par le fulminate exigeant la connaissance de sa densité, nous l'avons mesurée et trouvée égale à 4,42.

» 8. *Tensions développées en vase clos.* — On a provoqué l'explosion du fulminate dans une éprouvette cylindrique en acier doux, de 22^{mm} de diamètre intérieur, d'une épaisseur égale au calibre et d'une capacité de $24^{cc},3$. L'éprouvette est munie à l'une de ses extrémités d'un bouchon renfermant l'appareil *crusher*, qui sert à la mesure des pressions (cylindre de cuivre rouge, dont on mesure l'écrasement); l'autre extrémité est fermée par un bouchon, portant le dispositif de mise de feu. Pour éviter toute action locale au contact du métal, la charge a été suspendue au milieu de l'éprouvette, sous la forme d'une cartouche cylindrique, de figure semblable à la capacité intérieure. Un fil de fer fin, susceptible d'être porté au rouge par l'électricité, traverse la cartouche.

» Voici les résultats observés :

Densité du chargement.	Poids du fulminate.	Pression en kilogrammes par centimètre carré.
	gr	
0,1	2,43	477
0,2	4,86	1730
0,3	7,39	2697
0,4	9,72	4272 (¹)

(¹) Un calcul fondé sur la loi de Mariotte, supposée applicable dans de telles conditions, aurait indiqué une pression moitié moindre : 2070^{atm}.

» Dans la dernière expérience, le piston inférieur a été trouvé cassé en trois morceaux, sans qu'il y ait eu cependant fuite des gaz. En même temps l'obturateur de cuivre s'était écoulé sous forme de feuille mince, dans l'intervalle annulaire de $\frac{1}{100}$ de millimètre existant entre le piston et le canal concentrique. Ces phénomènes sont caractéristiques de la brusquerie de la décomposition par détonation.

» Mais, si les actions locales sont plus violentes avec le fulminate qu'avec les matières explosives ordinaires, il ne faudrait pas en conclure que les pressions moyennes développées sous une densité donnée de chargement soient plus grandes. Loin de là : la poudre coton, par exemple, a fourni, dans des conditions comparables aux précédentes, des pressions moyennes à peu près doubles, soit, pour la densité de chargement 0,1 : 1085^k; pour 0,2 : 3120^k; pour 0,3 : 5575^k; pour 0,4 : 8745^k.

» Le sens de ces relations est d'ailleurs d'accord avec les données concernant les quantités de chaleur et les volumes des gaz produits par les deux explosifs.

» 9. Ce ne sont, en général, ni le volume des gaz dégagés, ni la quantité de chaleur produite qui donnent au fulminate son caractère propre et ses avantages spécifiques. En effet, il est surpassé, sous ce double rapport, par la plupart des poudres explosives. La pression développée sous une densité de chargement donnée est moindre aussi, comme on vient de le dire, pour le fulminate de mercure que pour la poudre-coton, et à peu près la même que pour la dynamite à 75 pour 100, c'est-à-dire inférieure à la nitroglycérine pure.

» La supériorité de puissance du fulminate se manifeste surtout dans les actions exercées au contact, et elle tient à trois causes, savoir : la presque instantanéité de la décomposition de ce corps par simple inflammation; l'absence presque totale de dissociation des produits; enfin la grande densité de la matière. En raison de ces conditions, les produits définitifs de la réaction semblent formés tout d'abord, avant que la matière ait eu le temps de prendre un volume notablement supérieur à celui qu'elle occupait dans son état solide primitif. Si donc le fulminate détone dans un récipient au contact de la paroi même, il développe sur celle-ci, au premier moment, une pression instantanée n'ayant aucun rapport avec la pression moyenne, réglée par la capacité du récipient. Nous avons essayé d'évaluer la pression développée au contact dans ces conditions, en nous appuyant sur ce fait d'expérience que les courbes représentatives des tensions en vase clos, pour les matières explosives connues, tendent rapidement vers une asymptote. Cela étant

admis, le fulminate, sous sa densité absolue de 4,42, développerait au contact une pression de 48000^{atm}; tandis que la poudre-coton comprimée, sous la densité 1,1, telle qu'elle est employée pour les usages militaires, développerait seulement au contact 24000^{atm}. Un calcul semblable montre qu'aucune matière explosive connue ne donne au contact une pression instantanée comparable à celle du fulminate. Sans insister plus qu'il ne convient sur ces chiffres, il nous a paru cependant utile de les signaler, parce qu'ils indiquent le sens général des phénomènes.

» La supériorité des effets dus au choc explosif du fulminate s'explique par cette circonstance, jointe à l'absence de dissociation : rien ne résiste au contact direct de cet agent.

» Dans une expérience, le fulminate avait été déposé sur le fond d'une bombe calorimétrique en acier, la pression moyenne ayant été calculée à l'avance, de façon à ne pas surpasser 50^{atm}. Cependant la cuvette en acier fut emboutie sur toute la surface occupée par la charge, dont les contours se trouvèrent imprimés sur le métal.

» **10.** On sait que le fulminate de mercure est éminemment apte à déterminer cette propagation presque instantanée de la déflagration, si distincte de l'inflammation proprement dite, et qui est indispensable pour permettre à la dynamite et à la poudre-coton comprimée de développer toute leur puissance. L'un de nous a donné ailleurs la théorie générale de ces effets caractéristiques, théorie qui rattache à la violence du choc initial la brusquerie des décompositions consécutives, ainsi que la grandeur des pressions exercées au contact pendant le cours de ces décompositions (*Sur la force de la poudre*, p. 165-166; 2e édit., 1872). Les faits qui viennent d'être exposés complètent cette théorie et montrent pourquoi le fulminate de mercure est particulièrement propre à provoquer les détonations proprement dites des autres matières explosives. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le* choléra des poules; *études des conditions de la non-récidive de la maladie et de quelques autres de ses caractères;* par M. L. Pasteur.

« Dans la Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie au mois de février dernier, j'ai annoncé, entre autres résultats, que le choléra des poules était produit par un parasite microscopique, qu'il existait un virus atténué de cette maladie, qu'enfin une ou plusieurs inocula-

tions de ce virus atténué peuvent préserver ces animaux des atteintes mortelles d'une inoculation ultérieure ([1]). Par les liaisons frappantes que notre étude offre avec les effets de la vaccine et de la variole humaines, il y a un intérêt majeur à savoir si l'immunité dont il s'agit peut être absolue non seulement pour les régions du corps qui ont subi l'inoculation préventive, mais quel que soit le point inoculé, quel que soit le mode d'introduction de la maladie, quelle que soit la réceptivité de l'animal ([2]).

» Afin d'expliquer plus clairement et plus brièvement les résultats dont j'ai à rendre compte, qu'il me soit permis d'employer le mot *vacciner* pour exprimer le fait de l'inoculation à une poule du virus atténué. Cette convention étant admise, je pourrai dire, sur la foi de nombreuses expériences, que les effets de la vaccination sont variables avec les poules, que certaines résistent à un virus très virulent à la suite d'une seule inoculation préventive du virus atténué, que d'autres exigent deux inoculations préventives et même trois, que dans tous les cas toute inoculation préventive a son action propre, parce qu'elle prévient toujours dans une certaine mesure; qu'en un mot on peut vacciner à tous les degrés et qu'il est toujours possible de vacciner d'une manière complète, c'est-à-dire d'amener la poule à ne plus pouvoir recevoir aucune atteinte du virus le plus virulent.

» Je porterai plus sûrement la conviction dans les esprits si j'indique brièvement la marche et les résultats des expériences de démonstration. Je prends quatre-vingts poules neuves (j'appelle de ce nom les poules qui n'ont jamais eu la maladie du *choléra des poules*, ni spontanée, ni communiquée). A vingt d'entre elles, j'inocule le virus très virulent : les vingt périssent. Des soixante qui restent, j'en distrais encore vingt et je les inocule par une seule piqûre à l'aide du virus le plus atténué que j'aie pu

---

([1]) MM. Moritz et Perroncito et M. Toussaint lui-même, quoiqu'il ait été plus loin que ses devanciers, avaient laissé indécise la question du parasitisme de cette maladie. Je me suis exprimé différemment dans ma précédente Note; mais j'ai reconnu depuis que M. Toussaint n'avait pu obtenir des cultures successives dans l'urine neutre, mérite que du reste il ne s'attribue pas. Toutefois, il a celui de les avoir tentées.

([2]) Ce que j'ai entendu raconter, ce que j'ai lu de la vaccine humaine et ce que je puis inférer de mes expériences sur le choléra des poules me portent à croire que la vaccine préserve rarement au *maximum*. Quel est, en effet, le vaccinateur qui oserait sans crainte exposer ses vaccinés à des épidémies meurtrières de variole? On cite même bon nombre de personnes vaccinées qui ont eu la variole et chez lesquelles la vaccine s'est montrée ensuite efficace qui ont repris la variole et ont eu jusqu'à trois fois cette affection.

obtenir [1] : aucune ne meurt. Sont-elles vaccinées pour le virus très virulent? Oui, mais seulement un certain nombre d'entre elles. En effet, si sur ces vingt poules je pratique l'inoculation du virus le plus virulent, six ou huit, par exemple, tout en étant malades, ne mourront pas, contrairement à ce qui a eu lieu pour les vingt premières poules neuves, dont vingt sur vingt ont péri. Je distrais de nouveau du lot primitif vingt poules neuves que je vaccine par deux piqûres appliquées successivement après un intervalle de sept à huit jours. Seront-elles vaccinées pour le virus très virulent? Afin de le savoir, réinoculons-les par ce virus. Cette fois, et contrairement au résultat de la deuxième expérience, ce n'est plus six ou huit qui ne mourront pas, mais douze ou quinze. Enfin, si je distrais encore vingt poules neuves du lot primitif et que je les vaccine successivement par le virus atténué, non pas une ou deux fois, mais trois ou quatre, la mortalité, par l'inoculation du virus très virulent, la maladie même, seront nulles. Dans ce dernier cas, les animaux sont amenés aux conditions de ceux des espèces qui ne contractent jamais le choléra des poules.

» Quant à la cause de la non-récidive, on ne peut se défendre de l'idée que le microbe auteur de la maladie trouve dans le corps de l'animal un milieu de culture et que, pour satisfaire aux actes de sa vie propre, il altère ou détruit, ce qui revient au même, certaines matières, soit qu'il les élabore à son profit, soit qu'il les brûle par l'oxygène qu'il emprunte au sang.

» Lorsque l'immunité complète est atteinte, on peut inoculer le microbe le plus virulent dans des muscles quelconques sans produire le moindre effet, c'est-à-dire que toute culture est devenue impossible dans ces muscles. Ils ne contiennent plus d'aliments pour le microbe.

» On ne peut rendre l'impression qu'on éprouve à la vue de ces phénomènes. Voici vingt poules qui n'ont jamais subi les atteintes de la maladie. Je les inocule au muscle pectoral par le virus très virulent, ou plutôt au muscle de la cuisse, afin de suivre plus commodément les effets de la piqûre infectieuse. Le lendemain, toutes les poules sont couchées, très boiteuses, saisies d'un profond sommeil; le muscle inoculé est énorme, tout lardacé dans son intérieur, rempli à profusion du parasite. Puis, d'heure en heure, la mort frappe tantôt une des poules, tantôt une autre. En quarante-huit heures, les vingt poules ont péri. Voici d'autre part vingt poules, préala-

---

[1] Car il y a des degrés dans l'atténuation comme il y en a dans la virulence, double circonstance dont j'espère donner ultérieurement la véritable interprétation.

blement vaccinées au maximum, inoculées à la même heure que les précédentes, à la même place, par le même virus employé en même quantité : le lendemain ou le surlendemain toutes sont vives, alertes, mangent, gloussent, les coqs chantent; c'est le mouvement, c'est la vie dans toute la plénitude de la santé, et, dans la région inoculée, les muscles de la cuisse ne présentent rien d'anormal. On n'aperçoit même pas la trace de la piqûre, et cet état de santé est durable.

» Mais cette suppression de la possibilité de toute culture du parasite dans les muscles n'est-elle pas propre seulement à ceux de ces muscles qui ont reçu les inoculations préventives ? Il importe donc de rechercher ce qui arriverait en faisant pénétrer le virus mortel soit par le système sanguin, soit par les voies digestives. J'ai pris dix poules vierges de toute inoculation et dix autres vaccinées au *maximum;* à toutes, le virus le plus virulent a été injecté dans la jugulaire. Les dix premières poules sont mortes rapidement, plusieurs déjà après vingt-quatre heures. Les dix poules vaccinées ont guéri, au contraire, sans avoir été malades, si ce n'est d'une manière peu accusée, à cause de l'incision à la peau et à la jugulaire. Le sang lui-même était donc *vacciné* si l'on peut s'exprimer ainsi, c'est-à-dire que les cultures préventives lui avaient enlevé ses matériaux de culture.

» Et quelles seraient les suites de l'introduction de la maladie par les voies digestives? Essayons de provoquer une épidémie analogue à celle qui frappe les basses-cours à l'aide de repas souillés par la présence du parasite. Le 11 mars, je réunis dans le même local douze poules, achetées aux Halles le matin, avec douze autres *vaccinées* préalablement *au maximum.* Chaque jour je donne à ces vingt-quatre poules un repas de muscles malades d'une poule morte du microbe. Les jours suivants, la maladie et la mortalité s'accusent parmi les douze poules non vaccinées, qu'on distingue au milieu des autres parce qu'on a eu le soin de passer à travers la crête des *vaccinées* un fil de platine. Le 26 mars, on met fin à l'expérience : sept poules, *non vaccinées,* ont succombé et l'autopsie a montré, à n'en pas douter, que le mal s'est insinué soit par les premières voies digestives, soit et le plus souvent par les intestins, généralement très enflammés et quelquefois ulcérés sur une grande longueur, dans la portion d'ordinaire qui suit le gésier, rappelant par leurs lésions celles de la fièvre typhoïde [1].

[1] Le sang est rempli de microbe, et les organes internes sont couverts assez fréquemment de pus et de fausses membranes, principalement du côté des anses intestinales, par où le microbe paraît avoir visiblement pénétré.

Les cinq autres poules non vaccinées sont malades, une de la façon la plus grave ([1]). Des douze vaccinées pas une n'est morte, et aujourd'hui toutes vivent encore et sont bien portantes.

» Nous pouvons résumer comme il suit les résultats que je viens d'exposer :

» C'est la vie d'un parasite à l'intérieur du corps qui détermine la maladie appelée vulgairement *choléra des poules* et qui amène la mort.

» Du moment où cette culture n'est plus possible dans la poule, la maladie ne peut apparaître. Les poules sont alors dans l'état constitutionnel des animaux que le *choléra des poules* n'atteint jamais.

» Ces derniers animaux sont comme *vaccinés* de naissance pour cette maladie, parce que l'évolution fœtale n'a pas introduit dans leurs corps des aliments propres à la vie du microbe ou que ces matières nutritives ont disparu dans le jeune âge.

» Certes, on n'a pas lieu de trop s'étonner qu'il y ait des constitutions tantôt aptes, tantôt rebelles aux inoculations, c'est-à-dire aux cultures de certains virus, lorsque, comme je l'ai annoncé dans ma première Note, on voit le bouillon de levûre de bière, préparé exactement comme le bouillon de muscles de poules, se montrer absolument impropre à la culture du parasite du *choléra des poules*, tandis qu'il se prête à merveille à la culture d'une multitude d'espèces microscopiques, notamment de la bactéridie charbonneuse.

» L'explication à laquelle les faits nous conduisent, tant de la résistance constitutionnelle de certains animaux que de l'immunité que créent chez les poules des inoculations préventives, n'a rien non plus que de naturel quand on considère que toute culture, en général, modifie le milieu où elle s'effectue : modification du sol, s'il s'agit des plantes ordinaires; modification des plantes ou des animaux, s'il s'agit de leurs parasites; modification de nos liquides de culture, s'il s'agit des mucédinées, des vibrioniens ou des ferments. Ces modifications se manifestent et se caractérisent par cette circonstance que des cultures nouvelles des mêmes espèces dans ces milieux deviennent promptement difficiles ou impossibles. Que l'on ensemence du bouillon de poule avec le microbe du *choléra* et qu'après trois

---

([1]) Elle est morte le 8 avril, une autre le 22 avril. Trois se sont guéries. En tout, neuf mortes sur douze. Les mortes, du 8 et du 22 avril, avaient un sang contenant le microbe et dans l'abdomen des suites de péritonite accusées par des fausses membranes sur les intestins, etc.

ou quatre jours on filtre le liquide pour éloigner toute trace du microbe, qu'en dernier lieu on ensemence de nouveau le liquide filtré par ce parasite : celui-ci se montrera tout à fait impuissant à reprendre le plus faible développement. D'une parfaite limpidité après sa filtration, le liquide garde indéfiniment cette limpidité.

» Comment ne pas être porté à croire que par la culture dans la poule du virus atténué on place le corps de celle-ci dans l'état de ce liquide filtré qui ne peut plus cultiver le microbe ? La comparaison peut se poursuivre plus loin encore, car, si l'on filtre du bouillon en pleine culture du microbe, non pas le quatrième jour de la culture, mais le second, le liquide filtré sera encore apte à cultiver de nouveau le microbe, quoique avec moins d'énergie qu'au début. On comprend ainsi qu'après une culture du microbe atténué dans le corps de la poule, on puisse ne pas avoir enlevé dans toutes les parties de son corps les aliments du microbe. Ce qui en reste permettra donc une nouvelle culture, mais également dans une mesure plus discrète. C'est l'effet d'une première *vaccine*. Des inoculations subséquentes enlèveront progressivement tous les matériaux de culture du parasite. En conséquence, par l'action du mouvement circulatoire, un moment viendra forcément où toute culture nouvelle sur l'animal restera stérile. C'est alors que la maladie ne pourra récidiver et que le sujet sera tout à fait vacciné. On pourrait s'étonner qu'une première culture du virus atténué s'arrête avant que les matières nutritives du microbe soient épuisées. Mais il ne faut pas oublier que le microbe, être aérobie, n'est pas du tout, dans le corps de l'animal, dans les mêmes conditions que dans un milieu artificiel de culture. Ici, pas d'obstacle à sa multiplication. Dans le corps, au contraire, il est sans cesse en lutte avec les cellules des organes, cellules qui, elles aussi, sont des êtres aérobies toujours prêts à s'emparer de l'oxygène.

» Est-ce bien là néanmoins la seule explication possible des phénomènes ? Non, à la rigueur. On peut se rendre compte des faits de non-récidive en admettant que la vie du microbe, au lieu d'enlever ou de détruire certaines matières dans le corps des animaux, en ajoute, au contraire, qui seraient pour ce microbe un obstacle à un développement ultérieur. L'histoire de la vie des êtres inférieurs, de tous les êtres en général, autorise une telle supposition. Les excrétions nées du fonctionnement vital peuvent s'opposer à un fonctionnement vital de même nature. Dans certaines fermentations, on voit des produits antiseptiques prendre naissance pendant et par la fermentation même, et mettre fin à la vie active des ferments et

aux fermentations longtemps avant l'achèvement de celles-ci. Dans les cultures de notre microbe, il pourrait y avoir formation de produits dont la présence expliquerait à la rigueur la non-récidive et la vaccination.

» Nos cultures artificielles du parasite vont encore nous permettre de contrôler cette hypothèse. Préparons une culture artificielle du microbe, et, après l'avoir fait évaporer à froid et dans le vide, ramenons-la à son volume primitif au moyen d'un bouillon de culture. Si l'extrait contient un poison pour la vie du microbe et si telle est la cause de la non-culture possible du liquide filtré, l'ensemencement du nouveau milieu devra être stérile; or il n'en est rien. On ne peut donc croire que pendant la vie du parasite apparaissent des substances capables de s'opposer à son développement ultérieur. Cette observation corrobore l'opinion à laquelle nous avons été conduits tout à l'heure sur les causes de la non-récidive de certaines maladies virulentes. »

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète* Schaberle, *faite à l'Observatoire de Marseille*, par **M. Stephan.**

Dates. 1880.	Heure de l'observation. Temps moyen de Marseille.	Ascension droite de la comète.	Distance polaire de la comète.	log. fact. par. en ascension droite.	log. fact. par. en distance polaire.	Observateur.
Avril 12.	$11^h 18^m 41^s$	$6^h 31^m 19^s,60$	$9°57'12'',3$	+0,4000	$+\bar{1}$,8326	Stephan.

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1880,0.

Nom de l'étoile.	Grandeur.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
904 Fedorenko.	8ᵉ	$6^h 25^m 26^s,20$	$9°39'10'',5$	Cat. de Fedorenko.

» La comète est modérément brillante; elle possède un petit noyau bien défini et une queue de plusieurs minutes. »

COSMOLOGIE. — *Sur la météorite tombée, le* 10 *mai* 1879, *près d'Estherville* (*Emmet County, Iowa, États-Unis*). Note de **M. J. Lawrence Smith.**

« La chute de cette météorite a offert des circonstances qui la rendent tout à fait exceptionnelle; aussi n'ai-je pas manqué, dès mon retour en Amérique, d'aller visiter les localités où le phénomène avait été observé.

En même temps, j'ai examiné avec soin les deux volumineuses masses qu'on a recueillies. Déjà plusieurs Notices ont résumé les particularités de la chute du 10 mai dernier; mais il me paraît indispensable d'y revenir encore, en quelques mots, avant de présenter les résultats chimiques auxquels m'a conduit l'analyse des nouvelles météorites.

» *Circonstances de la chute.* — La région où les météorites d'Estherville sont tombées est exactement située sur la frontière commune des États d'Iowa et de Minnesota (par 43°30′ de latitude nord et 94°50′ de longitude ouest). Elle fait partie de ce territoire si remarquable où, dans l'espace d'un seul mois, se sont succédé les trois chutes de Rochester (Indiana), de Cynthiana (Kentucky) et de Warrington (Missouri). J'en ai donné la carte dans un Mémoire inséré, il y a deux ans, dans les *Annales de Chimie et de Physique* (1).

» On a constaté, le 10 mai, les phénomènes ordinaires qui accompagnent les chutes météoritiques, mais avec une intensité tout à fait exceptionnelle. Le choc des pierres sur le sol fut si fort que deux personnes l'entendirent nettement à 200^{m} et 300^{m} de distance.

» Évidemment il s'est produit deux explosions successives. La première eut lieu à une certaine hauteur dans l'atmosphère, d'où résultèrent plusieurs grands fragments trouvés en divers points, sur une surface de 6^{kmq}, le plus volumineux occupant la situation la plus orientale. Une seconde explosion arriva au moment où le bolide allait toucher terre, et c'est d'elle que dérivent les petits éclats trouvés auprès du plus gros bloc.

» La plus grosse masse gisait à $2^{m},50$ au-dessous de la surface du sol. La seconde grosse masse était entrée à $2^{m},50$ de profondeur dans une argile bleue, à 3^{km} environ de la première. La troisième ne fut découverte que le 23 février 1880, après plus de neuf mois de séjour dans le sol. Celle-ci est tombée à 6^{km} environ de la première. Il y a quelques fragments plus petits, sans doute détachés de l'échantillon principal, au voisinage de la surface du sol, car on les a ramassés tout près de lui.

» Les blocs recueillis pèsent respectivement 198^{kg}, 78^{kg}, 42^{kg}, 13^{kg}, $4^{kg},5$, $2^{kg},2$, et 1^{kg}. Un ingénieur des chemins de fer estime à 60^{km} la hauteur du bolide quand il apparut et à un nombre un peu moindre son altitude au moment de l'explosion.

» *Examen des masses recueillies.* — Ces météorites sont brutes et noduleuses et présentent, de toutes parts, des protubérances irrégulières formant

(1) T. XIII, 1878.

de fortes saillies. La croûte noire n'est pas uniforme et offre bien plus d'épaisseur dans les concavités situées entre les protubérances, lesquelles présentent très souvent un brillant métallique non altéré et qui trahit leur nature ferreuse.

» La densité de ces météorites varie, suivant les points, et égale au moins en moyenne 4,5.

» De grands nodules de métal sont mélangés avec des minéraux pierreux. Cette météorite est unique, différant entièrement des météorites hétérogènes de Pallas, d'Atacama et des autres pierres riches en fer qui s'en rapprochent au premier abord. Sur une surface polie, au travers des nodules, les acides donnent les figures de Widmanstætten magnifiquement développées.

» L'analyse a révélé dans le métal :

Fer	92,00
Nickel	7,10
Cobalt	0,69
Cuivre	très faible quantité
Phosphore	0,112

» On reconnaît aussi, à première vue, la présence dans les échantillons d'un minéral d'un vert olive, remarquable par son clivage net et facile et en morceaux à contours fragmentaires de $0^{m},01$ à $0^{m},03$; ce minéral vert est irrégulièrement disséminé dans une matière pierreuse grise.

» La partie pierreuse, pulvérisée et débarrassée aussi exactement que possible du fer métallique à l'aide de l'aimant, se divisa après plusieurs heures, sous l'action de l'acide chlorhydrique étendu et chaud, en une partie soluble et en une partie insoluble. La proportion relative de ces deux parties est d'ailleurs très variable, puisque la partie soluble représente tantôt 16 pour 100 et tantôt 60 pour 100.

» Dans la partie soluble, la chaux fait absolument défaut, circonstance qui indique l'absence de l'anorthite.

» La partie insoluble, soigneusement analysée par la fusion avec le carbonate de soude, donna :

		Oxygène.	
Silice	54,12	29,12	
Protoxyde de fer	21,05	4,67	14,406
Magnésie	24,50	9,80	
Soude avec traces de potasse et de lithine	0,09	0,023	
Oxyde de chrome	traces		
Alumine	0,03	0,013	
	99,79		

» Le minéral insoluble rentre donc dans le type $\ddot{Si}\dot{R}$ ou $\ddot{Si}(\dot{Mg},\dot{Fe})$, c'est-à-dire la bronzite ou l'enstatite, si fréquents dans les météorites.

» En examinant le minéral vert déjà cité, je trouvai qu'il représente la partie facilement soluble dans l'acide. Dans une direction, il y a un clivage très net. Sa densité égale 3,35. Une fois pulvérisé, il est rapidement et complètement décomposé par l'acide chlorhydrique; sa dureté est de 7. Deux analyses furent faites, l'une par la décomposition à l'aide de l'acide chlorhydrique, l'autre par l'attaque au carbonate de soude. Les deux opérations, parfaitement concordantes, donnèrent :

			Oxygene.
Silice	41,50		22,13
Protoxyde de fer	14,20	3,12	20,98
Magnésie	44,64	17,80	

» Cela conduit à la formule $\ddot{Si}, 2\dot{R}$, qui est celle du péridot.

» Enfin on rencontre dans quelques parties de cette météorite un silicate opalescent, d'un gris verdâtre clair et facilement clivable. Bien que je possède 5^{kg} à 6^{kg} de la pierre, je n'ai pu séparer assez de ce silicate pour déterminer positivement ses vrais caractères ; j'espère cependant en découvrir plus tard. Une analyse, exécutée sur $0^{gr},100$, donna :

			Oxygène.
Silice	49,60		26,12
Protoxyde de fer	15,78	3,50	16,71
Magnésie	33,01	13,21	
	98,39		

résultats qui conduisent à la formule $2\,\ddot{Si}\,3R$, équivalant à $\ddot{Si}\,\dot{R} + \ddot{Si}\,2\,R$, c'est-à-dire 1 atome de bronzite, combiné à 1 atome d'olivine, forme de silicate que nous devons nous attendre à rencontrer dans les météorites.

» La troïlite existe en très faible quantité. Lorsque de petits fragments sont chauffés quelque temps avec l'acide chlorhydrique, et qu'on lave et dessèche le résidu, on reconnaît aisément la présence de petites particules noires et brillantes qui consistent en fer chromé. J'ai recherché soigneusement la présence d'un feldspath et de la schreibersite, sans rencontrer ni l'un ni l'autre minéral. L'alumine, dont on ne voit que des traces, a démontré clairement l'absence de tout autre feldspath.

» Le Tableau suivant résume la composition de cette météorite aussi complètement que j'ai pu la déterminer.

Bronzite	Abondant.
Olivine	Abondant.
Silicate non défini complètement jusqu'ici	Traces.
Fer nickelé	Abondant.
Chromite	Faible quantité.
Troïlite	Traces.

» Bien qu'il n'y ait rien de particulier à noter dans la composition de cette pierre, il faut cependant lui faire une place à part parmi les météorites, au point de vue des phénomènes qui ont accompagné la chute, et spécialement de la force de pénétration des échantillons dans le sol et à celui des caractères physiques, surtout en ce qui concerne le mode d'association des minéraux constituants. »

ÉCONOMIE RURALE. — *De l'escourgeon comme fourrage vert.* Note de MM. Is. Pierre et Lemétayer.

« Les nourrisseurs de la banlieue de Paris, les cultivateurs des départements voisins et les éleveurs du Calvados emploient souvent, comme fourrage vert, le seigle consommé sur place ou préalablement fauché.

» L'un de nous [1] a constaté, par l'analyse, il y a environ vingt-huit ans, que ce fourrage n'a pas la même valeur comme aliment à toutes les époques de son développement : ainsi, quand il est parvenu à une hauteur de $0^m,18$ à $0^m,20$, le seigle vert, pris à l'état naturel, dose $5^{gr},8$ d'azote par kilogramme; lorsqu'il est complètement desséché, ce même fourrage dose $22^{gr},8$ d'azote par kilogramme; lorsqu'il commence à épier, le seigle vert, pris à l'état naturel, dose $4^{gr},3$ d'azote par kilogramme et $18^{gr},1$ lorsqu'il est complètement privé d'humidité.

» L'*escourgeon* ou *sucrion*, employé au même usage par les nourrisseurs de la banlieue de Paris, est plus tendre que le seigle et plus recherché par les animaux; sa valeur sucrée lui a valu le nom de *sucrion*.

» Nous nous sommes proposé d'examiner la richesse de ce fourrage à diverses époques de son développement, et l'on trouvera ci-après le résultat de nos études.

---

(1) Isidore Pierre.

» Nos essais ont été faits en 1878.

» Chacun de nos échantillons d'essai correspondait à une superficie de 2^{mq}. L'examen et l'analyse comparés de ces divers échantillons nous ont donné les résultats suivants :

Époque de la coupe.	Poids total à l'état vert.	Perte par dessiccation pour 100.	Matière sèche pour 100.
	kg	gr	gr
1878. 29 avril.......	5,030	94,25	5,75
16 mai........	6,020	88,61	11,39
31 mai........	5,040	80,60	19,40
15 juin.......	3,700	78,52	21,48

Époque de la coupe.	Azote à l'état vert par kilog.	Azote par kilog. de matière sèche.
	gr	gr
1878. 29 avril...................	2,84	21,30
16 mai....................	2,52	12,90
31 mai....................	2,41	9,60
15 juin....................	1,88	6,70

» Il résulte des données du premier Tableau que, dans l'espace de six semaines, le poids de la matière sèche a quadruplé, et que, dans le dernier mois d'observation, ce poids a plus que doublé.

» Ce Tableau nous montre encore que le 15 juin, c'est-à-dire une quinzaine de jours après l'épiage de l'escourgeon, celui-ci contenait encore près de 80 pour 100 de son poids d'eau, c'est-à-dire que, sur 100^{kg} de fourrage coupé en vert, il y avait encore près de 80^{kg} d'eau.

» Il résulte également de la comparaison des richesses des deux fourrages que c'est plutôt son abondance et sa précocité qui font rechercher l'escourgeon que sa richesse en matière azotée.

» Nous nous proposions de pousser ces études jusqu'à la maturité de l'escourgeon; mais la précocité de cette céréale, qui la fait mûrir avant la plupart des autres, l'expose aux ravages des oiseaux, et, sous ce rapport, nous étions dans de fort mauvaises conditions, parce que notre parcelle d'escourgeon se trouvait seule de son espèce dans la plaine où nous étions installés. Au moment de la complète maturité de la plante, les épis étaient presque aussi vides qu'après un battage soigné. »

M. le **Président** fait connaître les noms des Membres de l'Académie choisis pour former une Commission qui sera chargée, sur la demande de

M. de Lesseps, d'examiner les questions scientifiques relatives au percement de l'isthme de Panama.

MM. Daubrée, Sainte-Claire Deville, amiral Mouchez, Larrey, La Gournerie, Favé et Lalanne composent cette Commission.

M. de Lesseps, à l'occasion de la Communication de M. le Président, s'exprime en ces termes :

« J'aurai l'honneur de remettre à la Commission de l'Académie :

» Les procès-verbaux des séances de la Commission internationale chargée de préparer l'exécution du canal interocéanique;

» Le rapport et les conclusions de la Commission;

» Les Cartes, plans, profils en long et en travers qui ont servi à établir les chiffres du Rapport;

» Le Mémoire spécial de M. Boutan, ingénieur des Mines, sur la géologie de l'isthme;

» Les dernières observations des ingénieurs et opérateurs qui ont été laissés sur la ligne projetée du canal et qui continuent leurs études supplémentaires;

» La sténographie d'un meeting de trois heures qui a été réuni à San Francisco avec le concours des Ingénieurs les plus compétents de la Californie et des Membres de la Chambre de commerce, séance dans laquelle soixante-cinq questions m'ont été posées et qui a été terminée par l'approbation unanime de mes réponses.

» Dans ce moment je prends des arrangements avec les intelligents et habiles entrepreneurs de travaux publics Couvreux et Hersent, qui se chargent de l'exécution du canal interocéanique sous le contrôle de nos ingénieurs.

» Le travail sera très simple et se réduira aux termes suivants :

» 75 millions de mètres cubes à excaver d'un océan à l'autre;

» 8000 ouvriers pendant six ans;

» 250 journées de travail chaque année, ce qui fera 1500 journées pendant lesquelles on fera par jour 50000 mètres cubes, principalement avec l'emploi des machines et de la vapeur. »

M. Th. du Moncel, au sujet de l'intéressante Communication de M. *Bouty* sur les courants thermo-électriques développés au contact d'un métal et d'un liquide, croit devoir rappeler la Note de M. Hellesen qui a

été publiée dans les *Comptes rendus* de l'année 1877, t. LXXXIV, p. 83, et les expériences qu'il a entreprises lui-même sur cette question en 1872, expériences dont il tire les déductions suivantes (voir les *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 958, 1100, 1504 et la *Notice* sur ses travaux, p. 11) :

« 1° Quand un couple est constitué avec des lames d'un même métal placées dans des conditions identiques, et qu'il ne se développe pas de courant différentiel à la température ambiante, il suffit de chauffer l'une ou l'autre de ces lames pour lui donner une polarité électronégative quel que soit le métal, et lui faire fournir un courant comme si elle représentait un pôle positif. Si un courant est déjà produit, l'action de la chaleur a pour effet de diminuer ce courant, quand la lame chauffée est électropositive, c'est-à-dire quand elle joue le rôle de lame oxydée; elle augmente, au contraire, la déviation quand cette lame est électronégative, c'est-à-dire fournit au courant l'électricité positive. En même temps, les effets de polarisation sont notablement amoindris sur la lame chauffée.

» 2° Il résulte de cette action que, si les électrodes sont facilement attaquables, le courant produit par l'échauffement de l'une d'elles, et qui sera dans un certain sens dans l'origine, pourra subir après un certain temps d'échauffement une inversion; car la lame chauffée, en se dépolarisant sous l'influence de la chaleur, devient plus facilement oxydable, et tend, en conséquence, à développer un courant de sens contraire, qui devient bientôt prédominant et qui peut même se renverser de nouveau par suite du refroidissement de la lame, quand les effets de polarisation qui s'y trouvent alors facilement développés ont repris le dessus.

» 3° Les effets de la chaleur sur les électrodes polaires des couples voltaïques ne sont pas inhérents seulement aux couples dont nous parlons; ils se retrouvent également dans les couples où les électrodes sont de nature différente, et il en résulte alors un accroissement d'énergie dans le courant qu'ils produisent et une plus grande constance dans les effets déterminés, quand, toutefois, la lame chauffée est électronégative; mais l'inverse a lieu quand on chauffe la lame électropositive. Naturellement ces effets sont d'autant plus marqués que la pile est plus susceptible de se polariser. »

M. Milne Edwards offre à l'Académie le quatorzième et dernier Volume de son Ouvrage intitulé « Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux ». Afin de rendre ce Livre facile à consulter, il y sera joint une Table des matières très détaillée, qui paraîtra prochaine-

ment; mais, pour la préparation de cette Table, l'intervention de l'auteur n'est pas indispensable, et, par conséquent, le travail auquel celui-ci a consacré les vingt-cinq dernières années peut être considéré comme terminé.

M. **Dausse** communique à l'Académie, sur l'endiguement du Tibre à Rome, une Lettre qu'il vient d'adresser à M. le Ministre des Travaux publics du royaume d'Italie.

Dans cette Lettre, M. Dausse rappelle les idées qu'il a déjà exprimées plusieurs fois sur la nécessité de l'abaissement et du creusement du lit du Tibre, insiste sur la régularisation du cours du fleuve et condamne l'exhaussement indéfini des quais.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1880.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Bordin. — Étude approfondie d'une question relative à la géologie de la France.

MM. Daubrée, Hébert, Delesse, Des Cloizeaux et Milne Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. H. Sainte-Claire Deville et Damour.

Prix Barbier : MM. Gosselin, Vulpian, Chatin, Bussy, baron Larrey réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Cosson.

Prix Desmazières : MM. Duchartre, Van Tieghem, Decaisne, Trécul et Chatin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Cosson et Pasteur.

Prix de la Fons Mélicocq : MM. Duchartre, Decaisne, Van Tieghem, Chatin et Trécul réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Cosson et Naudin.

Prix Thore : MM. Blanchard, Duchartre, Milne Edwards, Decaisne et Trécul réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Chatin et Lacaze-Duthiers.

Grand prix des Sciences physiques. — Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.

MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Lacaze-Duthiers, Alph. Milne Edwards et Blanchard réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Ch. Robin et Hébert.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDRODYNAMIQUE. — *Quelques considérations à l'appui d'une Note du 29 mars, sur l'impossibilité d'admettre, en général, une fonction des vitesses dans toute question d'Hydraulique où les frottements ont un rôle notable.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Dans une Note du 12 avril 1880 (*Comptes rendus,* t. XC, p. 857), M. Bresse reconnaît que la démonstration de Lagrange, relative à l'existence pour toute époque d'une fonction φ des vitesses dès que cette fonction existe à une époque particulière, peut se trouver en défaut quand on l'étend aux fluides naturels ou à frottements, et que je l'ai prouvé bien positivement sur un exemple particulier; mais il qualifie encore d'*exceptionnels* les cas où cette démonstration ne s'applique pas (cas dont il avait, du reste, pressenti la possibilité dès son article du 8 mars, quoiqu'il y ajoutât que leur existence n'était pas facile à établir d'une manière suffisamment nette et précise). Or je pense, au contraire, que ces cas embrassent au moins toute l'Hydraulique pratique et qu'ils s'étendent même à tous les mouvements des fluides contenus dans des lits solides. Je demande donc à l'Académie la permission d'ajouter ici quelques réflexions, non pour continuer une discussion que je regarde, ainsi que mon honorable contradicteur, comme terminée quant au point essentiel, mais à cause de l'intérêt que présente en Hydrodynamique la question controversée.

» Les phénomènes d'écoulement qui s'observent soit dans un tuyau plein dont on débouche l'extrémité inférieure, soit dans un canal découvert où l'on fait naître une pente de surface en soulevant, par exemple, une vanne, ont pour type, dans leur première période, où ils sont encore parfaitement continus et réguliers, les mouvements beaucoup plus simples dont ma Note du 29 mars a donné les lois, et qui sont ceux d'un volume fluide de dimensions infinies, limité d'un côté par une paroi plane mouillée, quand

il se met à couler par filets rectilignes et parallèles sous l'action d'une force accélératrice constante. En effet, que la force accélératrice provienne, dans le tuyau ou le canal, soit d'un excès de la pression d'amont sur celle d'aval, soit d'une pente de superficie, l'influence retardatrice de la paroi sensiblement plane comprise entre deux génératrices peu distantes du lit prismatique ou cylindrique ne se fera d'abord sentir, avec une intensité *appréciable*, que dans la région voisine de cette paroi même, en sorte qu'il se passera un certain temps avant que les influences analogues des autres parois atteignent cette région, et qu'on pourra, par suite, vers le commencement du mouvement, y évaluer les variations de la vitesse comme si le fond (c'est-à-dire la paroi considérée) avait une largeur indéfinie et la masse fluide une épaisseur également indéfinie. *Le cas traité dans la Note du 29 mars est donc l'expression la plus simple de ce qui se passe au début de tout écoulement fluide, et il en montre le mécanisme général, dégagé des complications accessoires.* Aussi les valeurs de la vitesse y comportent-elles une forme finie ou ne contenant du moins qu'une intégrale définie simple.

» Au contraire, la formule de la vitesse se complique énormément et devient la somme d'une infinité de solutions particulières quand on considère la période suivante, où chaque filet fluide est désormais soumis à la force accélératrice donnée et aux influences retardatrices de toutes les parois [1]. Mais, la fonction φ ne s'étant pas conservée dans la première partie du phénomène (à l'origine duquel elle existait), il n'y a plus lieu d'espérer qu'elle se produira, et c'est bien ce que montre la forme même des solutions particulières (simples), dont l'une, la moins complexe, exprime l'état permanent ou *de régime* vers lequel tend le mouvement, tandis que les autres contiennent en facteur des exponentielles affectées d'exposants négatifs proportionnels au temps. En effet, dans chacune de ces intégrales simples, la vitesse est inégale pour les divers filets, condition sans laquelle il ne se développerait entre eux aucun frottement. Or, si la fonction φ existait, les surfaces $\varphi =$ const., perpendiculaires à tous les filets fluides, ne pourraient différer notablement des sections normales du lit, sections *équidistantes*, et la vitesse, alors égale à la dérivée de φ dans le sens normal à ces surfaces, aurait, au moins à très peu près, la même valeur pour tous les filets. Il y a

---

(1) Voir, pour cette question, les §§ II, III, IV et VII d'un Mémoire *Sur l'influence des frottements dans les mouvements réguliers des fluides*, au *Journal de Mathématiques pures et appliquées* de 1868 (t. XIII). Les formules de l'état variable ne sont réellement accessibles que dans le cas d'un tube plein dont la section est un rectangle de base indéfinie.

donc contradiction entre l'existence de la fonction φ et la manière ordinaire dont agissent les frottements, ce que prouvait d'ailleurs une remarque du commencement de ma Note du 29 mars.

» Par suite, il faut, en thèse générale, écarter le théorème de Lagrange des questions où les résistances passives ont un certain rôle, quoique ce théorème soit, au contraire, rigoureusement démontrable pour ces fluides imaginaires appelés *fluides parfaits*, et quoiqu'on puisse pratiquement l'admettre pour les fluides réels, avec une approximation plus ou moins grande, quand il s'agit de mouvements, soit de peu de durée, soit alternatifs, où les composantes des vitesses naissent dans des temps assez courts pour que la petite action des frottements y reste masquée. L'exemple simple traité dans la Note du 29 mars montre d'ailleurs à quelle circonstance tient, pour le cas des fluides naturels (dits *imparfaits*) supposés d'abord en repos, le défaut de rigueur de la démonstration de Lagrange, basée sur l'hypothèse que les trois différences $\alpha = \frac{dv}{dz} - \frac{dw}{dy}$, $\beta = \ldots$, $\gamma = \ldots$ soient développables, par la série de Maclaurin, suivant les puissances d'un petit temps t écoulé depuis l'époque où ces différences étaient nulles. Les frottements font naître α, β, γ d'une manière tellement graduelle, qu'ils ne changent brusquement ni leurs valeurs ni même aucune de leurs dérivées successives par rapport au temps. Ces fonctions α, β, γ ont donc, pour $t = 0$, leurs dérivées des divers ordres, jusqu'à l'infini, nulles, et la formule de Maclaurin, tout en leur étant applicable quand on y compte son terme complémentaire classique, n'a cependant aucune prise sur elles, parce qu'elles se réfugient, en quelque sorte, tout entières, dans ce terme complémentaire non développé. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la dépendance de deux gyroscopes électromagnétiques soumis à un même circuit d'induction.* Note de M. **W. de Fonvielle.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Sans rien changer ni à l'intensité du courant primaire ni à la disposition de la bobine Ruhmkorff à gros fil extérieur, j'ai eu l'idée d'intercaler dans le même circuit d'induction une seconde machine gyroscopique semblable à la première, de sorte que les deux marchent pour ainsi dire en tension. Il est facile de constater que la vitesse de la rotation du mobile placé dans chacun des cadres est moindre que si chacune des machines

était la seule qui fût dans le circuit. Mais la somme des travaux moteurs paraît augmentée.

» Les expériences que nous avons exécutées avec une machine réussissent aussi complètement avec deux machines conjuguées que celles dont l'Académie a été témoin avec une seule. L'inversion du courant primaire produit l'inversion du sens de la rotation des deux mobiles aussitôt que la force vive qu'on a laissé accumuler pendant la rotation précédente a fini de s'épuiser.

» En intervertissant l'ordre des pôles de l'aimant placé au-dessus du cadre n° 1, on change la direction de la rotation du solide n° 1, et le solide n° 2 continue à tourner dans le même sens tant qu'on ne touche point à l'aimant n° 2, sous l'influence duquel il est placé.

» Mais j'ai cru remarquer que la vitesse de la rotation du solide n° 2 s'est trouvée accélérée quand le solide n° 1 tournait dans le même sens que lui et diminuée dans le cas où l'on obligeait ce même solide n° 1 à tourner en sens inverse en intervertissant l'ordre des pôles de son aimant. Mais ce n'est pas tout. Si l'on enlève le mobile n° 1 de son cadre sans rien changer aux autres conditions de l'expérience, on voit le mobile n° 2 prendre une vitesse visiblement accélérée. Si dans ce cadre que l'on vient de rendre disponible on introduit des morceaux de fer ou des aimants, on voit le mouvement du mobile n° 2 devenir moins rapide; ce ralentissement est d'autant plus considérable que la masse de métal magnétisable soumise ainsi à l'influence de l'induction est elle-même plus notable. En formant ainsi un plancher continu dans l'intérieur du cadre n° 1 avec trois ou quatre aimants droits, je suis parvenu *à réduire la vitesse du solide n° 2 à 40 pour 100 de sa valeur normale.*

» Ces expériences pourraient être exécutées à une distance de plusieurs kilomètres si les deux gyroscopes électromagnétiques étaient conjugués par deux fils suffisamment longs. Elle réussirait indubitablement quel que soit le nombre des gyroscopes placés dans le même circuit. Ne faut-il pas conclure de ces deux expériences si nettes, si faciles à exécuter même en public, que la symétrie des attractions exercées par le cadre se trouve rompue par le travail des réactions analogues, développées par le mouvement entre les molécules magnétisables mobiles et les centres magnétiques fixes ainsi qu'entre ces premières et les courants d'induction? Ne doit-on pas se dire que la théorie basée sur l'intervention de la force coercitive est insuffisante pour expliquer des phénomènes offrant une telle complication et susceptibles d'agir à distance par une sorte de sympathie? »

M. Luigi adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

MM. **Brandt**, **Péters** adressent des remercîments à l'Académie pour les récompenses dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. **Maurice Lévy** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Mécanique.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. le **Secrétaire perpétuel**, en annonçant la mort prématurée de M. *de Luca,* à qui son long séjour en France avait fait, parmi nous, de nombreux amis, rappelle quelques-uns des travaux présentés par ce savant à l'Académie.

M. de Luca, qui a publié un grand nombre de Notes ou Mémoires, a étudié la composition du blé des diverses régions de l'Italie, la fermentation alcoolique des fruits, la nature chimique du sol au voisinage de Pouzzoles et les gaz ou vapeurs rejetés par la solfatare. Dans ces derniers temps, il avait adressé des recherches chimiques sur divers objets trouvés à Pompéi : bronzes, matières grasses, substances filamenteuses, carbonisées, etc.

Les chimistes avaient en M. de Luca un représentant très utile et très actif en Italie. Les études qu'il avait entreprises sur le mode de formation de l'huile dans les olives et sur les propriétés singulières de la cyclamine mériteraient d'être poursuivies et complétées.

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *La surface de l'onde considérée comme surface limite.* Note de M. **A. Mannheim**.

« Cinq conditions permettent le déplacement d'une figure de forme invariable : les points de la figure mobile décrivent alors des lignes trajectoires. Si la figure n'est assujettie qu'à quatre conditions, ses points décrivent leurs surfaces trajectoires. Enfin, si la figure est assujettie à moins de quatre conditions, ses points, en général, peuvent être déplacés d'une infinité de manières. Je dis en général, parce qu'il y a une surface qui limite la région de

l'espace que les points de la figure peuvent occuper, et que les points appartenant à cette surface limite ne sont pas susceptibles d'être déplacés de toutes les manières possibles. Pour les droites et les plans de la figure mobile, il y a aussi des surfaces limites.

» Dans les numéros de juin et octobre 1879 du *Quarterly Journal*, M. J.-W.-L. Glaisher a considéré une surface limite de ce genre. Il a déterminé l'équation de la surface qui limite la région des positions que peut prendre le milieu d'une corde de grandeur constante dont les extrémités doivent rester sur un ellipsoïde donné.

» Relativement à cette surface, quelques propositions de Géométrie cinématique m'ont conduit à ces résultats : *Lorsque pour une position de la corde mobile les normales à l'ellipsoïde, dont les pieds sont les extrémités de cette corde, se rencontrent, le milieu de cette corde appartient à la surface limite. La droite, qui joint ce point milieu au point de rencontre de ces normales, est normale à cette surface limite.*

» Aujourd'hui je vais donner quelques résultats relatifs à la surface de l'onde considérée comme surface limite d'une droite liée à une figure mobile de forme invariable.

» Le regretté M. Painvin, qui a étudié (¹) *le complexe du deuxième ordre formé par les arêtes d'un dièdre droit dont les faces sont tangentes à un ellipsoïde*, est arrivé à ce théorème :

» *Les droites réelles du complexe passent toutes entre les deux nappes d'une surface de l'onde, sans jamais pénétrer dans l'intérieur de la nappe inférieure : les positions limites de ces droites sont des tangentes à la surface de l'onde.*

» C'est en partant de cette propriété et à l'aide de quelques propositions de Géométrie cinématique que j'ai trouvé ce qui suit :

» *L'arête d'un des dièdres droits circonscrits à l'ellipsoïde est une droite limite* G, *lorsque les normales* A, B *à cette surface, dont les pieds sont les points de contact* a, b *des faces* (A), (B) *de ce dièdre, se rencontrent.*

» Ou autrement : *lorsque* G *est perpendiculaire à sa polaire* ab.

» *Le point de contact* c *de* G *et de la surface limite, qui est une surface de l'onde, est le point de rencontre de cette droite et du plan* (A, B).

» De là résulte cette nouvelle génération de la surface de l'onde :

» *Si un angle droit* acb *circonscrit à un ellipsoïde est tel que son plan est normal à cette surface aux points de contact* a, b *de ses côtés, son sommet appartient à une surface de l'onde* [c].

» *Quel que soit le déplacement du plan mobile* acb, *son foyer est au point de*

(¹) *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 2ᵉ série, t. XI, 1872.

rencontre f des normales A, B. *La droite cf est la normale à la surface de l'onde* [*c*].

» Autrement : *La normale à la surface de l'onde* [*c*] *est la droite qui joint le sommet c de l'angle droit au milieu de la corde de contact ab des côtés de cet angle.*

» *Le plan de l'angle droit acb est tangent en son sommet c à un hyperboloïde homofocal à l'ellipsoïde.*

» On peut déplacer l'angle droit circonscrit *acb* de façon que son plan, toujours doublement normal à l'ellipsoïde, reste tangent à cet hyperboloïde au sommet *c*. Ce point décrit alors une courbe (*c*).

» *Le long de la courbe* (*c*), *la surface de l'onde* [*c*] *et cet hyperboloïde se rencontrent à angle droit.*

» *Les cônes circonscrits à l'ellipsoïde, dont une section principale est un angle droit, ont leurs sommets sur la surface de l'onde* [*c*].

» Parmi ces cônes, ceux qui sont de révolution ont leurs sommets aux points coniques de la surface de l'onde.

» *On projette orthogonalement l'ellipsoïde sur son plan tangent en un point quelconque m et l'on mène de m des normales à la ligne de contour apparent ainsi obtenue : les pieds de ces normales appartiennent à la surface de l'onde* [*c*].

» En transformant par polaires réciproques quelques-uns des résultats précédents, on trouve :

» *Les cordes d'un ellipsoïde, qui sont vues à angle droit du centre o de cette surface, ont pour surface limite une surface de l'onde* [γ].

» *Les cordes, qui touchent la surface de l'onde* [γ], *sont telles que les plans diamétraux qui les contiennent sont respectivement perpendiculaires aux plans diamétraux qui contiennent leurs polaires prises par rapport à l'ellipsoïde.*

» *Le point où une corde limite touche la surface de l'onde* [γ] *est le pied de la perpendiculaire abaissée du centre o sur cette corde.*

» *Si un angle circonscrit à l'ellipsoïde est toujours tel que le diamètre qui contient son sommet et les diamètres qui passent par les points de contact de ses côtés forment un trièdre trirectangle, le plan de cet angle reste tangent à une surface de l'onde. Le point de contact de ce plan est le pied de la perpendiculaire abaissée du centre de l'ellipsoïde sur la corde de contact de l'angle circonscrit.*

» *Si la section faite dans l'ellipsoïde par un plan* (P) *est la base d'un cône de révolution, dont le sommet est au centre de l'ellipsoïde, et dont l'angle au sommet est droit, le plan* (P) *touche la surface de l'onde* [γ] *suivant une circonférence de cercle.*

» Enfin on trouve facilement que :

» *Les pieds des perpendiculaires abaissées du centre o d'un ellipsoïde sur les cordes vues de ce point à angle droit occupent dans l'espace une région qui est limitée par une surface de l'onde.*

» Dans une prochaine séance, je ferai connaître les généralisations de quelques-uns des résultats renfermés dans cette Note. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le calcul numérique des intégrales définies.* Note de M. **B. Baillaud**, présentée par M. Hermite. (Extrait.)

« Gauss a montré que, si dans l'évaluation de l'intégrale

$$\int_0^1 y\,dt$$

on remplace y par un polynôme entier du degré n, ayant les mêmes valeurs que y pour $n+1$ valeurs de t, on aura la plus grande précision possible, en posant

$$x = 1 - 2t,$$

et choisissant pour les $n+1$ valeurs de x les racines de l'équation

$$X_{n+1} = 0,$$

X_{n+1} désignant le $n+1^{\text{ième}}$ polynôme de Legendre. La démonstration donnée par Gauss est difficile; Jacobi est parvenu au résultat par une voie extrêmement élégante; il sera peut-être utile de remarquer que les idées de Gauss donnent le résultat en quelques lignes comme il suit.

» On reconnaît aisément que les valeurs de t sont les racines d'un polynôme

$$T = t^{n+1} + \alpha_1 t^n + \alpha_2 t^{n-1} + \ldots + \alpha_{n+1},$$

dont les coefficients satisfont aux $n+1$ équations suivantes :

$$\mu = \frac{\alpha_{n+1}}{h} + \frac{\alpha_n}{h+1} + \ldots + \frac{\alpha_1}{h+n} + \frac{1}{h+n+1} = 0 \quad (h = 1, 2, \ldots n+1).$$

Or ces équations se résolvent immédiatement ainsi :

» La fonction μ ne diffère que par un facteur constant de celle-ci,

$$\nu = \frac{(h-1)(h-2)\ldots(h-n-1)}{h(h+1)\ldots(h+n+1)}.$$

» Si l'on décompose ν en fractions simples sous cette forme,

$$\nu = \frac{B_0}{h} + \frac{B_1}{h+1} + \cdots + \frac{B_{n+1}}{h+n+1},$$

on trouve

$$B_p = (-1)^{n+1} \frac{(p+1)(p+2)\ldots(p+n+1)}{(-p)(-p+1)\ldots(-p+n+1)},$$

en supposant que l'on n'écrive pas au dénominateur le facteur qui serait nul.

» Les quantités

$$\frac{B_n}{B_{n+1}}, \frac{B_{n-1}}{B_{n+1}}, \ldots$$

sont respectivement égales à

$$\alpha_1, \alpha_2, \ldots.$$

Donc le polynôme T est le suivant :

$$T = t^{n+1} - \frac{n+1}{2n+2}\frac{n+1}{1} t^n + \frac{(n+1)n}{(2n+2)(2n+1)}\frac{(n+1)n}{1.2} t^{n-1} + \ldots,$$

ou, en ordonnant suivant les puissances ascendantes de t et divisant par le terme indépendant de t,

$$\begin{aligned} T &= 1 - \frac{n+2}{1}\frac{n+1}{1} t + \frac{(n+2)(n+3)}{1.2}\frac{(n+1)n}{1.2} t^2 + \ldots \\ &= F[n+2, -(n+1), 1, t], \end{aligned}$$

$F(\alpha, \beta, \gamma, x)$ désignant la série hypergéométrique.

» Si l'on désigne par P_{n+1} ce que devient X_{n+1} quand on y remplace x par $\cos\theta$, on a

$$P_{n+1} = F\left[n+2, -(n+1), 1, \sin^2\frac{\theta}{2}\right].$$

» Si donc on pose

$$1 - 2t = x,$$

T deviendra la $(n+1)^{\text{ième}}$ fonction sphérique X_{n+1}.

» La méthode précédente s'applique aussi à la recherche d'une fonction de la forme

$$\sin\frac{x-x_1}{2}\sin\frac{x-x_2}{2}\cdots\sin\frac{x-x_{2n+1}}{2},$$

satisfaisant aux conditions suivantes :

$$\int_0^{2\pi} \varphi(x) \frac{\cos}{\sin}(px)\,dx = 0 \quad (p = 0, 1, 2, \ldots, n).$$

» En posant

$$x = 2\theta,$$

on trouve

$$\varphi(x) = P_{2n+1}. »$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires simultanées et sur une classe de courbes gauches.* Note de M. É. PICARD, présentée par M. Hermite.

« Considérons le système d'équations linéaires simultanées

$$\frac{dx_1}{dt} = a_{11}x_1 + \ldots + a_{1n}x_n,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\frac{dx_n}{dt} = a_{n1}x_1 + \ldots + a_{nn}x_n,$$

où l'on suppose que les coefficients soient des fonctions doublement périodiques de la variable t.

» On pourra étendre à ce système les résultats que j'ai déjà eu l'honneur de communiquer à l'Académie (*Comptes rendus*, 16 janvier 1880), relativement à une équation linéaire unique à coefficients doublement périodiques. Je me propose, dans cette Note, de considérer le système suivant, formé de trois équations

$$\text{(I)} \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{du}{dt} &= -Av + Bw, \\ \frac{dv}{dt} &= +Au - Cw, \\ \frac{dw}{dt} &= -Bu + Cv. \end{aligned} \right.$$

» Ce système jouit de la propriété de coïncider avec son système adjoint, tel qu'il a été envisagé par M. Darboux dans une Note récente sur les équations linéaires simultanées (*Comptes rendus*, 16 mars 1880). A et B sont des fonctions doublement périodiques de t aux périodes $2K$ et $2iK'$, et je supposerai, ce que l'on pourra reconnaître aisément, que les intégrales sont uniformes. Nous allons montrer qu'il y a toujours dans ce cas un système d'intégrales formé de fonctions doublement périodiques de première espèce, les périodes pouvant être, dans certains cas, $4K$ et $4iK'$ au lieu de $2K$ et

$2iK'$. Soit

(II) $$\left\{\begin{matrix} u_1 & v_1 & w_1, \\ u_2 & v_2 & w_2, \\ u_3 & v_3 & w_3 \end{matrix}\right.$$

un système fondamental d'intégrales. On voit sans peine que

(III) $$u_m u_n + v_m v_n + w_m w_n = C_{mn},$$

m et n désignant l'un des nombres 1, 2, 3, et m pouvant être égal à n; les C sont des constantes. Supposons d'abord que le système (II) soit formé de fonctions de seconde espèce aux multiplicateurs respectifs $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ et λ'_1, λ'_2, λ'_3. Admettons que les constantes C_{11}, C_{22}, C_{33} ne soient pas toutes courbes : il existe une direction telle que la tangente, la normale principale et la binormale, pour tous les points de la courbe situés à une distance les uns des autres égale à la période, font avec elle des angles respectivement égaux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la série* $F_3(\alpha, \alpha', \beta, \beta', \gamma, x, y)$. Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« La série $F_3(\alpha, \alpha', \beta, \beta', \gamma, x, y)$ définie précédemment (p. 296) peut être représentée par une intégrale définie semblable à celle dont s'est occupé Jacobi (*Journal de Crelle*, t. LVI, p. 149). Posons

$$f(u, v) = u^{\alpha-1} v^{\alpha'-1} (1 - u - v)^{\gamma-\alpha-\alpha'-1}$$

et supposons

(1) $$\alpha > 0, \quad \alpha' > 0, \quad \gamma - \alpha - \alpha' > 0;$$

on a

(2) $$\left\{\begin{aligned} &\int\int f(u, v)(1 - ux)^{-\beta}(1 - vy)^{-\beta'}\,du\,dv \\ &= \frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\alpha')\Gamma(\gamma-\alpha-\alpha')}{\Gamma(\gamma)} F_3(\alpha, \alpha', \beta, \beta', \gamma, x, y), \end{aligned}\right.$$

l'intégrale double étant étendue, ainsi que toutes les suivantes, aux valeurs réelles de u et v telles que

$$u \geq 0, \quad v \geq 0, \quad 1 - u - v \geq 0.$$

» Supposons, en particulier, $\beta = 1$, $\beta' = 1$, et remplaçons dans la for-

mule (2) x et y respectivement par $\frac{1}{x}$ et $\frac{1}{y}$; cette formule devient

$$(3)\quad \int\int \frac{f(u,v)}{\left(1-\frac{u}{x}\right)\left(1-\frac{v}{y}\right)}\,du\,dv = \frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\alpha')\Gamma(\gamma-\alpha-\alpha')}{\Gamma(\gamma)} F_3\left(\alpha,\alpha',1,1,\gamma,\frac{1}{x},\frac{1}{y}\right).$$

L'intégrale double du premier membre de la relation (3) est de la forme de celles qui ont été étudiées par Didon (*Annales de l'École Normale*, 1re série, t. VII, p. 265). Je vais appliquer à cette intégrale la méthode indiquée par Didon, avec quelques modifications faciles à apercevoir.

» Proposons-nous, par analogie avec la question qui se présente dans le développement d'une fonction d'une variable en fraction continue, de former un polynôme $Q(x,y)$, de degré $m+n$, tel que le produit

$$(4)\qquad Q(x,y)F_3\left(\alpha,\alpha',1,1,\gamma,\frac{1}{x},\frac{1}{y}\right),$$

ordonné par rapport aux puissances décroissantes de x et y, ne contienne aucun terme en $\frac{1}{x^h y^k}$, où h et k sont des entiers positifs ou nuls vérifiant les relations

$$(5)\qquad h+k<m+n,$$

ou bien

$$h+k=m+n \quad \text{avec} \quad h \gtrless m, \quad k \lessgtr n.$$

Ce polynôme $Q(x,y)$ est déterminé, à un facteur constant près, par les conditions précédentes; je vais montrer que l'on a

$$Q(x,y)=\frac{1}{f(x,y)}\frac{d^{m+n}[x^m y^n(1-x-y)^{m+n}f(x,y)]}{dx^m\,dy^n}.$$

On a ainsi une proposition analogue à celle démontrée par Jacobi dans le § 8 du Mémoire cité plus haut.

» Pour démontrer cette proposition, je remarque d'abord que l'intégration par parties donne

$$(6)\qquad \int\int f(u,v)Q(u,v)u^h v^k\,du\,dv=0,$$

les entiers positifs ou nuls h et k vérifiant les conditions (5). Puis je consi-

dère l'identité suivante indiquée par Didon (*loc. cit.*, p. 267),

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} &Q(x,y)\iint \frac{f(u,v)\,du\,dv}{\left(1-\frac{u}{x}\right)\left(1-\frac{v}{y}\right)} = \iint \frac{Q(x,v)-Q(u,v)}{\left(1-\frac{u}{x}\right)\left(1-\frac{v}{y}\right)} f(u,v)\,du\,dv \\ &\quad + \iint \frac{Q(u,y)-Q(u,v)}{\left(1-\frac{u}{x}\right)\left(1-\frac{v}{y}\right)} f(u,v)\,du\,dv + \iint \frac{f(u,v)Q(u,v)}{\left(1-\frac{u}{x}\right)\left(1-\frac{v}{y}\right)}\,du\,dv \\ &\quad + xy\iint \Phi(x,y,u,v) f(u,v)\,du\,dv, \end{aligned}\right.$$

où $\Phi(x, y, u, v)$ désigne une fonction entière de x, y, u, v.

» Dans le développement du second membre de cette identité, suivant les puissances décroissantes de x et y, les termes de la forme $\frac{A_{hk}}{x^h y^k}$, h et k étant des entiers positifs ou nuls, proviennent de la troisième intégrale seulement; en effet, la première intégrale est une fonction entière de x contenant x en facteur, la deuxième une fonction entière de y contenant y en facteur, et la quatrième une fonction entière de x et y contenant xy en facteur. Mais, dans le développement de la troisième intégrale, le coefficient A_{hk} de $\frac{1}{x^h y^k}$ est

$$A_{hk} = \iint f(u,v)\,Q(u,v)\,u^h v^k\,du\,dv,$$

coefficient qui, d'après (6), est nul dès que h et k vérifient les conditions (5). La proposition est donc démontrée; et, quoique la démonstration suppose remplies les conditions (1), il est évident que la proposition est vraie quels que soient α, α', γ.

Dans le cas particulier où l'on a $\gamma = \alpha + \alpha' + 1$, le polynôme $Q(x,y)$ est (p. 734 de ce Volume), à un facteur constant près, égal à

$$F_2(-m-n,\ m+\alpha,\ n+\alpha',\ \alpha,\ \alpha',\ x,\ y).$$

» J'indique, en terminant, les expressions des séries F_1 et F_2 sous forme d'intégrales doubles,

$$(8)\quad \left\{\begin{aligned} &\iint u^{\beta-1} v^{\beta'-1}(1-u-v)^{\gamma-\beta-\beta'-1}(1-ux-vy)^{-\alpha}\,du\,dv \\ &\quad = \frac{\Gamma(\beta)\Gamma(\beta')\Gamma(\gamma-\beta-\beta')}{\Gamma(\gamma)} F_1(\alpha;\beta,\beta',\gamma,x,y), \end{aligned}\right.$$

l'intégration étant étendue aux mêmes valeurs que toutes les précédentes :

$$(9)\quad \left\{\begin{aligned} &\int_0^1\int_0^1 u^{\beta-1} v^{\beta'-1}(1-u)^{\gamma-\beta-1}(1-v)^{\gamma'-\beta'-1}(1-ux-vy)^{-\alpha}\,du\,dv \\ &\quad = \frac{\Gamma(\beta)\Gamma(\beta')\Gamma(\gamma-\beta)\Gamma(\gamma'-\beta')}{\Gamma(\gamma)\Gamma(\gamma')} F_2(\alpha,\beta,\beta',\gamma,\gamma',x,y). \text{ »} \end{aligned}\right.$$

ÉLASTICITÉ. — *Sur l'influence de la température sur la durée de la période d'un diapason.* Note de M. E. MERCADIER.

« Dans un Mémoire inséré dans le n° 11 (p. 444) des *Annales de Physique et de Chimie* de M. G. Wiedemann (octobre 1879), Mémoire dont je viens de prendre connaissance, M. Kayser, étudiant la question indiquée par le titre de cette Note, s'exprime ainsi (p. 445) en parlant des physiciens qui se sont occupés avant lui de cette question :

« .... Mercadier s'est le plus occupé de cette question; il a même fait une expérience sur l'influence de la température, mais il ne l'a pas poussée plus loin et est arrivé à cette fausse conclusion que, lorsque les variations de température ne sont pas trop importantes, le nombre des vibrations reste constant à $\frac{1}{10000}$ près.... »

» Effectivement, dans les *Comptes rendus* du 30 octobre 1876 et dans le *Journal de Physique* de 1876, page 212, se trouve la phrase suivante, où il s'agit d'un diapason :

« .... Pourvu qu'on ne dépasse pas une amplitude de 2^{mm} à 3^{mm} et qu'on opère à des températures *peu différentes*, on est certain d'avoir le même nombre de périodes par seconde, à $\frac{1}{10000}$ près.... »

» Mais il y a là une faute d'impression que j'ai laissé passer je ne sais comment. Il faut lire *à* $\frac{1}{1000}$ *près*, au lieu de $\frac{1}{10000}$: sans quoi ma conclusion serait en effet *fausse*, comme le dit M. Kayser.

» Il ne saurait y avoir de doute d'ailleurs sur ce point qu'il n'y a là qu'une *faute d'impression*, car, *deux fois* dans le courant du Mémoire inséré dans les *Comptes rendus* et le *Journal de Physique*, j'indique que la variation de période due à la variation d'amplitude et de température (de 3° à 26°) *ne porte que sur le quatrième chiffre*. Or, quand le *quatrième* chiffre d'un nombre *peut être altéré*, il est absolument évident qu'on ne peut compter sur une exactitude de $\frac{1}{10000}$.

» Il suffit, au reste, de regarder les nombres contenus dans ce Mémoire pour s'apercevoir de l'erreur *matérielle* commise, car ces nombres indiquent pour une variation de température de 22°,5 une variation de période de $\frac{6}{2790}$ ou $\frac{1}{465}$.

» En admettant qu'on entende par ces mots *températures peu différentes* des températures différant de 10°, ce qui est même exagéré, car on a rarement de ces différences de température dans un laboratoire, et en admettant,

comme l'affirme M. Kayser dans son travail, qu'entre 0° et 30° les variations des nombres de périodes sont proportionnelles à la température, il résulte des nombres ci-dessus, pour 10°, une variation d'un peu moins de $\frac{1}{1000}$.

» Telle est la vraie conclusion des quatre seules expériences que j'ai publiées (la continuation de ce travail, que je vais reprendre, ayant été arrêtée par suite de circonstances indépendantes de ma volonté).

» Or M. Kayser, qui a fait cent douze expériences, en employant d'ailleurs la troisième des méthodes indiquées dans mon Mémoire pour l'étude de la variation due à l'amplitude, a trouvé des variations de $\frac{64}{100000}$ à $\frac{85}{100000}$ dans le nombre de vibrations de diapasons de soixante-douze à quatre-vingt-cinq périodes par seconde et cela pour une variation de 1° de température. C'est environ, en nombres ronds, une variation de $\frac{7}{100}$ pour 10° et pour un diapason d'environ quatre-vingts périodes, c'est-à-dire de $\frac{7}{8000}$ ou un peu moins de $\frac{1}{1000}$.

» Nous sommes donc à peu près d'accord sur ce point, M. Kayser et moi, et il n'y a bien dans mon Mémoire, en fait de fautes, qu'une faute d'impression. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la théorie des courants d'induction.* Note de M. MASCART.

« M. Helmholtz a montré qu'en partant des lois d'Ohm et de Joule on aurait pu prévoir les phénomènes d'induction produits par le déplacement d'un système magnétique dans le voisinage d'un courant. Il m'a semblé qu'une généralisation naturelle des résultats obtenus dans ce cas particulier permet d'établir la théorie des courants d'induction électrodynamiques de manière à les rattacher simplement à un principe commun.

» D'après la théorie d'Ampère, on sait que le travail nécessaire pour déplacer une masse magnétique m dans le voisinage d'un courant est égal au produit de cette masse par l'intensité I du courant et par l'accroissement de l'angle sous lequel on voit le circuit des deux points qu'occupe successivement la masse magnétique. L'énergie de la masse m par rapport au courant peut donc être représentée par $\mathrm{I}m\omega$.

» Il est utile de traduire cette propriété sous une autre forme, en employant la notion des lignes de force de Faraday.

» Si l'on considère la force exercée par un système magnétique sur l'unité de masse placée en un point, et qu'on mène par ce point un élément de surface quelconque, on peut appeler *flux de force* (ou nombre de lignes

de force) qui traverse cet élément le produit de sa surface par la composante normale de la force. On voit aisément que le flux de force d'une masse m dans un cône d'ouverture angulaire ω est égal à $m\omega$.

» L'énergie d'une masse magnétique par rapport à un courant est donc égale au produit de l'intensité du courant par le flux de force émanant de cette masse et qui traverse le circuit. Désignons ce flux de force par φ, et convenons de le considérer comme positif quand les forces entrent dans le circuit par la surface négative du courant, c'est-à-dire par le côté négatif du feuillet magnétique équivalent. L'énergie de la masse m a pour expression

$$\mathrm{I}m\omega = -\mathrm{I}\varphi.$$

» De même, l'énergie par rapport à un courant d'un système magnétique quelconque est égale à la somme des énergies de chacune des masses, c'est-à-dire au produit de l'intensité du courant par le flux total de force du système qui traverse le circuit. Cette énergie diminue lorsque le système est abandonné à l'action du courant; pour un petit déplacement, le travail des forces électromagnétiques est égal à $+\mathrm{I}d\varphi$.

» Si ce déplacement s'est effectué pendant le temps dt et qu'on opère avec une pile à liquides, l'énergie empruntée aux actions chimiques doit échauffer le circuit et fournir le travail électrodynamique $\mathrm{I}d\varphi$ qui correspond à l'accroissement $d\varphi$ du flux de force, ce qui donne, en appelant E la force électromotrice et R la résistance totale,

$$(1) \qquad \mathrm{EI}dt = \mathrm{I}^2\mathrm{R}dt + \mathrm{I}d\varphi.$$

On en déduit

$$(2) \qquad \mathrm{IR} = \mathrm{E} - \frac{d\varphi}{dt}.$$

L'intensité du courant est la même que s'il existait dans le circuit une force électromotrice nouvelle (induction) ayant pour valeur

$$(3) \qquad e = -\frac{d\varphi}{dt}.$$

» La force électromotrice d'induction est donc égale et de signe contraire à la dérivée par rapport au temps du flux de force qui émane du système magnétique et traverse le circuit. Cette expression, déduite ici du principe de la conservation de l'énergie, est équivalente à celle qui a été obtenue par Neumann en partant de la loi de Lenz.

» Nous admettrons, comme règle générale, que la force électromotrice d'induction dans un circuit s'exprime toujours par l'équation (3) en fonction du flux de force qui le traverse, quelles que soient les causes qui font varier les forces, telles que le déplacement ou la modification d'un système magnétique, le changement de forme d'intensité ou de position d'un courant extérieur, la déformation du circuit lui-même ou la variation du courant qui le traverse déjà.

» Une telle généralisation peut être justifiée dans tous les cas particuliers lorsqu'on admet que l'effet produit par un changement dans les aimants et les courants équivaut à celui qu'on obtiendrait en amenant de l'infini un aimant ou un courant égal à la variation donnée. La seule considération des flux de force paraîtra surtout légitime si l'on conçoit que les actions électriques et magnétiques ne s'exercent pas réellement à distance, mais qu'elles sont dues à une modification du milieu intermédiaire, caractérisée en chaque point par la direction et la grandeur de la force.

» Considérons d'abord l'effet d'un courant sur lui-même. Le flux de force qui traverse le circuit, supposé invariable, est proportionnel à l'intensité du courant et peut être représenté par UI, le facteur U désignant le flux de force qui correspond à l'unité de courant. Si le courant varie de dI, la variation du flux de force est $U\,dI$, et l'énergie empruntée à la pile

$$IU\,dI = d\left(\frac{UI^2}{2}\right).$$

» Tant que le courant n'est pas devenu constant, une partie de l'énergie de la pile est donc employée à augmenter le terme $\frac{UI^2}{2}$, qu'on a appelé l'*énergie potentielle du courant*. Supposons qu'il y ait dans le voisinage un second courant d'intensité I′ dans un circuit de forme constante. Le flux de force du second courant qui traverse le circuit du premier est proportionnel à l'intensité; on peut le représenter par VI′. Le facteur V désigne le flux de force qui émane de l'un quelconque des deux circuits et traverse l'autre, lorsque les deux courants ont une même intensité égale à l'unité. Le produit II′V s'appelle *énergie potentielle relative des deux courants*.

» Lorsque le produit I′V, par suite d'un changement d'intensité ou d'un déplacement, varie de $d(I'V)$, l'énergie empruntée à la pile du premier courant est $I\,d(I'V)$. Si les deux modifications sont simultanées et se produisent pendant le temps dt, on a donc pour le premier circuit

$$(4)\qquad EI\,dt = I^2R\,dt + d\left(\frac{UI^2}{2}\right) + I\,d(I'V),$$

et, de même, pour le second,

$$(5) \qquad E'I'dt = I'^2 R'dt + d\left(\frac{U'I'^2}{2}\right) + I'd(IV).$$

» On obtient, par addition,

$$(6) \qquad (EI + E'I')dt = (I^2 R + I'^2 R')dt + d\left(\frac{UI^2}{2} + \frac{U'I'^2}{2} + II'V\right) + II'dV.$$

» Cette équation exprime que l'énergie fournie par les deux piles pendant le temps dt est employée à échauffer les conducteurs, à accroître l'énergie potentielle de chacun des courants ainsi que leur énergie potentielle relative, et enfin à fournir le travail électrodynamique qui correspond au déplacement relatif. Si les circuits se déforment, la variation du flux de force émanant de l'un des courants dans la direction de l'autre est comprise dans les termes $d(I'V)$ et $d(IV)$, et, pour évaluer l'action d'un circuit sur lui-même, il suffit de considérer le facteur U comme variable. On retrouve ainsi les équations connues des courants d'induction électrodynamiques.

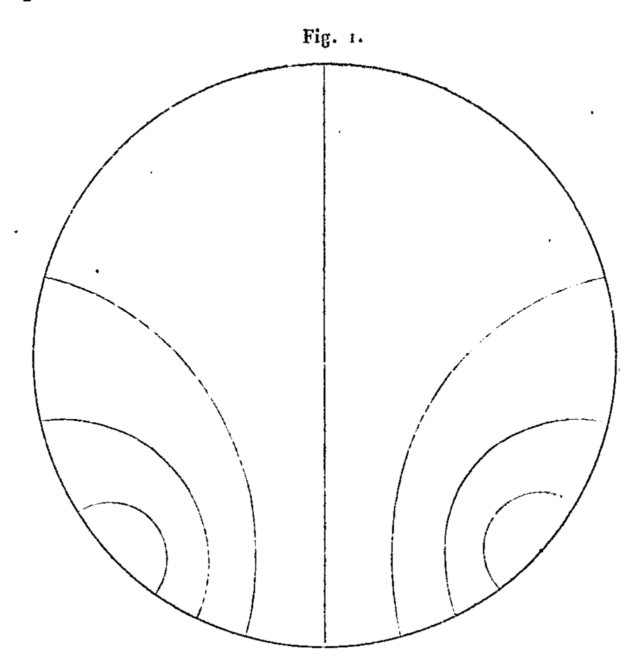
» Le même mode de raisonnement permet de tenir compte des changements survenus dans les aimants extérieurs, et de l'aimantation produite par les courants sur des masses de fer doux. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode expérimentale propre à déterminer les lignes de niveau dans l'écoulement stationnaire de l'électricité à travers les surfaces conductrices.* Note de M. ADRIEN GUÉBHARD, présentée par M. Desains.

« Lorsqu'on place à une petite distance d'une lame mince de métal, dans une dissolution mélangée d'acétate de plomb et d'acétate de cuivre, les extrémités libres de deux conducteurs en communication avec les pôles d'une pile en activité, l'on donne naissance à un double système d'anneaux de Nobili, dont les formes très diverses sont d'une constance et d'une régularité remarquables, en rapport avec les situations respectives des électrodes et du contour de la surface conductrice. Si l'on choisit la forme de celle-ci et la situation de celles-là de manière à réaliser sur des portions finies de surfaces planes les divers cas d'écoulement stationnaire dont l'intégrale a pu être calculée, on constate que le système des bandes colorées correspond toujours exactement au système théorique des lignes équipotentielles, telles qu'elles ont été déterminées dans un nombre trop restreint de cas particuliers.

» Kirchhoff, comme première application des formules qu'il avait établies en 1845 ([1]), a ramené au cas du plan infini celui d'un cercle comprenant les électrodes sur ses bords. Les lignes équipotentielles sont les cercles $\frac{r_1}{r_2} = C$ (*fig.* 1). Smaassen, en 1846 ([2]), a montré que si, dans un plan infini, l'électricité entre par deux points et sort à l'infini, on a des lemniscates homofocales $r_1 r_2 = C$. Quincke, en 1856 ([3]), a résolu par approximation numérique le cas d'un carré infini où l'électricité entre par un

Fig. 1.



sommet et sort par un point de la diagonale (*fig.* 2). Plus récemment enfin, Auerbach ([4]) a appliqué la méthode des points symétriques au demi-plan infini (*fig.* 3) et à une bande indéfinie (*fig.* 4) pour certaines situations des électrodes. J'ai fait reproduire sur les originaux toutes les figures données par les auteurs, pour faire ressortir la parfaite coïncidence de leurs courbes avec celles que j'ai obtenues par le procédé de Becquerel sur les feuilles minces de cuivre rouge que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. J'ai réalisé aussi avec un égal succès tous les autres cas que j'ai trouvés cités, y compris

---

(1) *Poggendorff's Annalen der Physik*, t. LXIV, p. 497.

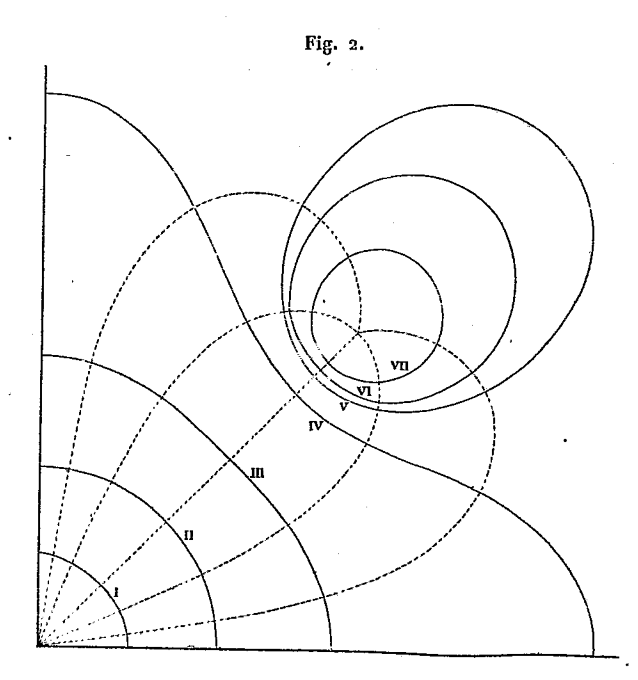
(2) *Ibid.*, t. LIX, p. 104.

(3) *Ibid.*, t. XCVII, p. 182.

(4) *Wiedemann's Annalen der Physik*, 1878, t. III, p. 498.

celui des surfaces cylindriques de Boltzmann [1] et ceux qu'Auerbach en déduit relativement à une bande indéfinie où il y aurait deux électrodes de même nom sur les bords, en face l'une de l'autre, et une de nom contraire

Fig. 2.



au milieu, ou bien deux d'une espèce et deux de l'autre sur les bords opposés, ou enfin une seule de chaque espèce sur la ligne de milieu.

» Sans m'autoriser de ces concordances, d'ailleurs cherchées et prévues, pour affirmer la généralité absolue et la rigueur d'application d'un procédé

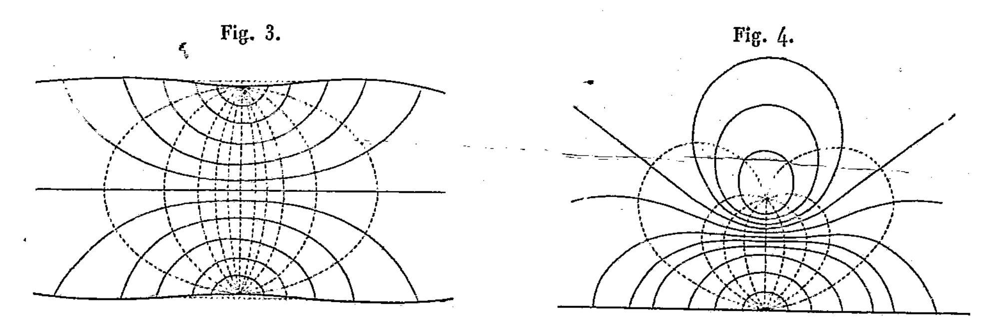


Fig. 3. Fig. 4.

expérimental qui aurait l'avantage de fournir, avec plus de facilité encore que les diagrammes si commodes de M. Bouty, des solutions, pour ainsi

[1] *Sitzungsberichte der k. k. Akademie d. Wissenschaften in Wien*, t. III, p. 214; 1865.

dire graphiques, d'une intégrale définie qui échappe le plus souvent au calcul, j'ose espérer que cette étude, entreprise d'abord pour trouver une preuve expérimentale de la loi de Grotthuss, me fournira prochainement des résultats beaucoup plus généraux relativement à divers points de l'électrodynamique, et, dès à présent, je puis annoncer que j'ai été amené, par un procédé analogue, à trouver des résultats tout à fait semblables pour la chaleur, vérifiant une fois de plus, à la dualité près, l'identité des formules. »

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure absolue du phénomène de Peltier au contact d'un métal et de sa dissolution.* Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Jamin.

« I. Dans une Note antérieure ([1]), j'ai rapproché du phénomène de Peltier l'élévation ou l'abaissement de température que l'on observe sur des électrodes de cuivre employées dans la décomposition du sulfate de cuivre.

» Pour analyser de plus près ce phénomène, j'étudie d'abord la loi des petites variations d'un thermomètre que l'on échauffe au sein d'un liquide en repos. Ce thermomètre, sensible au $\frac{1}{200}$ de degré, a son réservoir entouré d'une spirale de fil de maillechort, de résistance connue, convenablement protégée contre l'action du liquide, et dans laquelle on fait passer un courant d'intensité déterminée. L'échauffement du thermomètre, en deux minutes par exemple, s'est montré rigoureusement proportionnel au carré de l'intensité du courant, c'est-à-dire à la quantité de chaleur versée à sa surface. Cet échauffement, toujours inférieur à 1° dans mes expériences, n'était pas modifié quand on entourait le réservoir d'une feuille de clinquant ou d'étain. On peut donc admettre que, quand le réservoir de ce thermomètre aura été métallisé et qu'il servira d'électrode au sein du liquide, les mêmes variations de sa température correspondront au dégagement des quantités de chaleur mesurées par l'expérience précédente.

» II. Deux thermomètres, aussi identiques que possible et étudiés comme il vient d'être dit, sont recouverts de cuivre et plongent, à $0^{m},1$ de distance l'un de l'autre, dans un grand vase rempli d'une dissolution de sulfate de cuivre pur et placé lui-même dans un bain d'eau froide d'une trentaine de litres. Dans ces conditions, la température du liquide ne

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 146, 1879

varie pas de $\frac{1}{100}$ de degré en cinq minutes, et les variations observées lors du passage du courant sont sensiblement indépendantes des conditions extérieures.

» Quand on fait passer pendant deux minutes dans l'appareil à décomposition un courant dont l'intensité absolue est i, la quantité de chaleur versée à l'électrode négative peut être représentée par

$$n = -ai + bi^2 \tag{1}$$

et à l'électrode positive par

$$p = +ai + bi^2. \tag{2}$$

Le premier terme dans ces deux expressions correspond au phénomène de Peltier, le second à la chaleur versée dans les couches liquides qui touchent le thermomètre, en vertu de leur résistance.

» L'expérience a établi que les variations de température des deux thermomètres sont très exactement représentées par les formules (1) et (2), à la condition que les mesures soient faites à des intervalles assez éloignés et que les surfaces métalliques soient maintenues parfaitement nettes. Quand on substitue au sulfate de cuivre étendu du sulfate de cuivre concentré, la conductibilité électrique augmente et le coefficient b diminue; mais le coefficient a demeure invariable. Il est encore le même quand on substitue l'azotate de cuivre au sulfate.

» III. W. Thomson et après lui Budde ont démontré, par l'application des principes de la Théorie mécanique de la chaleur aux courants thermo-électriques, qu'il y a une relation étroite entre le phénomène de Peltier et la force électromotrice thermo-électrique correspondante. Soient Π la quantité de chaleur versée en une seconde par suite du phénomène de Peltier et pour un courant d'intensité 1, J l'équivalent mécanique de la chaleur, $\frac{dE}{dT}dT$ la variation de la force thermo-électrique pour une élévation de température dT de l'une des soudures; on a

$$\Pi = \frac{T}{J}\frac{dE}{dT}. \tag{3}$$

Cette formule suppose que toutes les grandeurs sont évaluées en unités absolues (C. G. S). Or j'ai montré dans une Communication précédente [1]

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 19 avril 1880.

que la valeur de $\frac{dE}{dT}$ pour le cuivre est constante et égale à $0^{da},000696$, c'est-à-dire, en volts, $0^{vo},000696.1,12$ ou $0,000696.1,12.10^8$ unités absolues de force électromotrice. On a aussi, en unités absolues, $J = 4,2.10^7$. Il en résulte pour Π, à 12° C.,

$$\Pi = \frac{285}{4,2.10^7}.0,000696.1,12.10^8 = 0,528.$$

» D'autre part, j'ai reconnu que pour élever de 0°,471 en deux minutes le thermomètre que j'employais, placé au sein du sulfate de cuivre, il fallait 4,77 unités absolues de chaleur; j'ai déterminé le coefficient *a* des formules (1) et (2) relatives aux échauffements produits en deux minutes, et il s'est trouvé égal à 5,83; il faut multiplier ce nombre par $\frac{4,77}{0,471}$ pour passer des échauffements aux quantités de chaleur versées en deux minutes et enfin par $\frac{1}{120}$ pour avoir la chaleur versée en une seconde par le phénomène Peltier et pour un courant d'intensité 1. On a ainsi

$$\Pi = 5,83 \cdot \frac{4,77}{0,471} \cdot \frac{1}{120} = 0,493.$$

Le résultat de ce calcul ne diffère du précédent que de $\frac{1}{20}$ de sa valeur : c'est tout ce que l'on peut espérer, en raison de la multiplicité des données expérimentales qu'ils mettent en œuvre.

» Les sels de zinc et de cadmium ont donné des résultats aussi satisfaisants. Je signalerai en particulier les observations qui se rapportent au chlorure de zinc. Par une exception remarquable, la force électromotrice thermo-électrique présentée par le zinc dans ce liquide demeure constante pour des solutions dont la densité est inférieure à 1,6 et diminue ensuite rapidement jusqu'à zéro pour la solution la plus concentrée possible. Il en est de même de l'effet Peltier.

Densité de la dissolution de chlorure de zinc.	Rapport de la force électromotrice à sa valeur maximum.	Rapport de l'effet Peltier à sa valeur maximum.
1,255	1	1
1,70	0,724	0,700
1,90	0,247	0,288
2,044	0,053	0,063

» Les autres métaux se prêtent mal à des vérifications de ce genre, parce que les actions secondaires qui se produisent interviennent à la fois

pour modifier l'état des surfaces et pour produire des dégagements de chaleur parasites qu'il est impossible de calculer exactement ([1]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la différence de potentiel de deux métaux en contact.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Jamin.

« La méthode que l'auteur a employée pour mesurer la différence de potentiel que présentent deux métaux dissemblables en contact est toute nouvelle et permet d'atteindre une précision plus grande que celles employées jusqu'ici dans ce but ([2]). C'est une méthode de compensation dont voici le principe : *Si deux métaux* A *et* B *sont reliés par un fil métallique, ils prennent la même différence de potentiel* (a) *que s'ils étaient mis directement en contact* ([3]). Coupons le fil en un point et introduisons entre les deux extrémités, précédemment réunies, une différence de potentiel (e) variable à volonté par degrés continus et constamment connue : la différence de potentiel des deux métaux deviendra ($a+e$). Faisons varier (e) jusqu'à ce que $a+e=0$: on aura alors $a=-e$.

» Pour obtenir une différence de potentiel variable et connue, on fait passer un courant constant dans le fil d'un rhéostat de Pouillet ; entre le zéro et le curseur existe une différence de potentiel proportionnelle à la distance de celui-ci au zéro, donnée, par conséquent, par la lecture de la position du curseur sur la règle graduée : on s'arrange pour qu'à 1000 divisions corresponde la différence de potentiel existant entre les deux pôles de l'étalon de force électromotrice (élément Latimer-Clark, $1^{\text{vo}},457$). Le zéro du rhéostat communique avec l'un des deux métaux, le curseur avec l'autre.

» Pour constater l'égalité de potentiel entre les deux métaux, ceux-ci constituent les deux plateaux d'un condensateur à lame d'air (ou d'un gaz quelconque) : tant que les deux plateaux ne seront pas au même potentiel, ils se chargeront d'électricités contraires, et, si après avoir isolé l'un d'eux on les écarte, un électroscope sensible (électromètre de M. Hankel) com-

---

([1]) Ce travail a été exécuté au laboratoire des recherches physiques, à la Sorbonne.

([2]) Par MM. Kohlrausch, Hankel, Gerland, W. Thomson, Ayrton et Perry, Exner.

([3]) Proposition évidente si le fil conjonctif est de même nature que l'un des deux métaux et qui subsiste encore rigoureusement quand même le fil est de nature différente, en vertu de la deuxième loi de Volta, fondée sur l'impossibilité d'obtenir un courant dans une chaîne entièrement métallique à la même température.

muniquant avec le plateau isolé accusera la charge. Si les deux plateaux ont été amenés au même potentiel, la feuille d'or de l'électroscope restera immobile lors de l'écartement. On voit que l'exactitude de la mesure est indépendante 1° de la sensibilité de l'appareil électroscopique, 2° de la force condensante du condensateur, par conséquent indépendante de la distance (très faible, quelques dixièmes de millimètre) des plateaux et de la constante diélectrique du gaz interposé. Les méthodes employées jusqu'ici avaient l'inconvénient de supposer constantes ces diverses quantités.

» La précision de la méthode peut dépasser $\frac{1}{800}$ de daniell. Les recherches de l'auteur ont porté :

» 1° Sur les changements qu'éprouve la différence de potentiel, étudiée suivant l'état physique des surfaces métalliques (écrouissage, poli, etc.). Ces variations sont parfois considérables ; ainsi, entre le cuivre et le zinc polis au tripoli et lavés à l'alcool absolu, la différence de potentiel est $0^{\mathrm{vo}},75$; les mêmes métaux écrouis par le polissage au papier émeri très fin et lavés à l'alcool absolu donnent $0^{\mathrm{vo}},90$.

» 2° Sur l'influence d'un changement de température. Les métaux étudiés jusqu'ici deviennent plus positifs quand la température s'élève, plus négatifs quand elle s'abaisse. Ce fait n'avait pas encore été constaté [1].

» Le potentiel du cuivre s'abaisse de $0^{\mathrm{vo}},03$ environ par une diminution de 20° dans la température (températures 15° à 35°) ; le fer se comporte à peu près de même ; l'acier varie moins, le zinc plus. Ce phénomène paraît dépendre, non de la température directement, mais du changement d'état moléculaire qu'elle fait éprouver au métal, changement qui est toujours en retard sur la variation de température.

» 3° Sur l'influence des gaz qui entourent les plateaux. Celle-ci peut s'exercer de deux façons différentes. En réalité, dans *toutes les mesures électroscopiques*, l'expérience détermine la différence de potentiel des deux *armatures* du condensateur constitué par les deux plateaux (réunis métalliquement) ; or, les véritables armatures sont les faces opposées de la lame gazeuse isolante. Il est facile de voir que la quantité mesurée est vraisemblablement la somme algébrique des trois différences de potentiel qui se produisent au passage du gaz au premier métal, de celui-ci au second et de ce dernier au gaz, et non celle que présentent les deux métaux seulement. En outre,

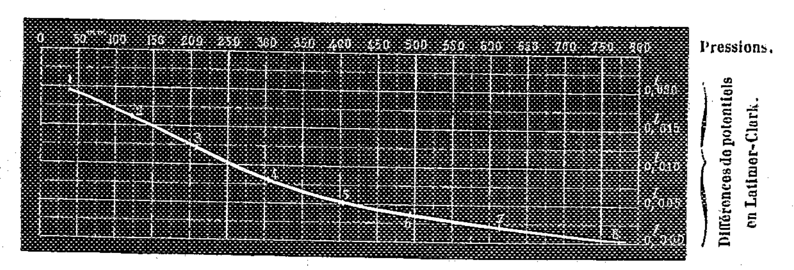
---

[1] L'effet Thomson n'a pas de relation directe avec ce phénomène, pas plus que l'effet Peltier n'en a avec la différence de potentiel au contact [voir *De l'effet Peltier dans la mesure des forces électromotrices de contact* (*Journ. de Physique*, t. IX, p. 122)].

la condensation possible des gaz par les surfaces métalliques peut modifier un phénomène qui dépend essentiellement de la nature des surfaces.

» En fait, l'expérience prouve que la nature et la pression du gaz séparant les métaux ont une influence très nette sur le phénomène. Entre le cuivre et le zinc, quand la pression du gaz *diminue*, la différence de potentiel observée *augmente*. Le phénomène est très marqué avec l'oxygène, l'azote et l'air secs; il est presque nul avec l'hydrogène. Ces différents gaz sous faibles pressions (20^{mm} à 30^{mm} de mercure) donnent à peu près la même différence de potentiel. Du reste, ces variations sont très faibles par rapport à la valeur totale, ce qui porte à croire que l'effet des gaz séparant les métaux n'introduit qu'une erreur très petite dans la mesure de la différence de potentiel présentée par les métaux mêmes. Cet effet des gaz n'avait pas encore été observé.

» Voici la courbe qui représente la variation de la différence de potentiel entre le cuivre et le zinc séparés par de l'oxygène sous pression va-



riable. Cette courbe a été obtenue par huit points qui ne s'écartent pas de plus de $\frac{1}{3000}$ de daniell du tracé moyen [1].

Valeur moyenne de la différence de potentiel entre cuivre et zinc.....	volt 0,76
Variation extrême..	0,0285 »

OPTIQUE. — *Sur la théorie de la double réfraction circulaire.* Note de M. Gouy, présentée par M. Desains.

« Dans ses travaux sur la polarisation rotatoire, Fresnel a souvent pris pour guide une hypothèse bien connue sur la constitution optique des milieux actifs, sans toutefois, à ce qu'il semble, y voir autre chose qu'une interprétation analytique des faits d'expérience. Ce point de vue le con-

(1) Ces expériences ont été faites au laboratoire de recherches physiques de la Sorbonne.

duisit à la découverte de la double réfraction circulaire. Depuis lors, on a souvent regardé ce phénomène comme donnant une preuve expérimentale de la réalité de l'hypothèse qui l'a fait découvrir. Je me propose d'en donner ici une théorie indépendante de toute hypothèse; il en résultera que cette opinion est mal fondée.

» Il nous suffira d'examiner le cas simple où un seul prisme de quartz, dont l'axe optique est normal à la face d'entrée des rayons, est placé dans un milieu indéfini, isotrope et inactif. Nous prendrons trois axes rectangulaires, la face d'entrée pour plan des xy et l'arête réfringente pour axe des y. L'onde incidente est plane et parallèle à la face d'entrée; les vibrations y sont rectilignes et parallèles à l'axe des x; la vitesse vibratoire sur la face d'entrée est $a \sin 2\pi \frac{t}{T}$, t étant le temps et T la durée d'une vibration.

» En un point quelconque A pris en dehors du prisme sur la face de sortie, la vibration réelle sera encore rectiligne, comme le montre l'expérience. La phase sera proportionnelle à la distance z du point A à la face d'entrée, où les mouvements sont concordants; elle sera donc $2\pi \frac{z}{\lambda}$, en appelant λ un coefficient caractéristique du quartz, qui se trouve défini par cette expression, et que nous envisagerons à ce seul point de vue ([1]). Pour simplifier les formules, nous choisirons notre milieu indéfini de telle sorte que la longueur d'onde y soit précisément λ. La direction de la vitesse au point A fait, avec la direction qu'elle aurait si, la phase demeurant la même, le pouvoir rotatoire ρ devenait nul, un angle égal à ρz. En définitive, les projections de cette vitesse sur les axes des x et des y sont respectivement

$$a \cos \rho z \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{z}{\lambda}\right),$$
$$a \sin \rho z \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{z}{\lambda}\right).$$

» Soient une direction donnée faisant avec l'axe des z un petit angle α, et sur elle un point B à une grande distance R du point A. La vitesse au point B, calculée d'après les principes de la diffraction, aura respectivement pour projections sur les axes des x et des y, m étant un facteur constant qu'il est

([1]) Ce coefficient, dans l'hypothèse de Fresnel, est très sensiblement la moyenne des longueurs d'onde des deux rayons circulaires.

inutile de calculer,

$$V = m\int_0^Y\int_0^X \cos\rho z \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{z+R}{\lambda}\right) dx\,dy.$$

$$V' = m\int_0^Y\int_0^X \sin\rho z \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{z+R}{\lambda}\right) dx\,dy.$$

Si la hauteur Y du faisceau incident est assez grande, ces intégrales n'ont de valeur sensible que lorsque la direction donnée est normale à l'arête réfringente, ce que nous supposerons réalisé. Il vient alors, tous calculs faits, en appelant l la distance de B à l'origine et ω l'angle réfringent,

$$V = \frac{mY}{2}\left\{\begin{aligned}&\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{l}{\lambda}\right)\left[\frac{\sin\left(\rho\,\text{tang}\,\omega+\frac{2\pi\alpha}{\lambda}\right)X}{\rho\,\text{tang}\,\omega+\frac{2\pi\alpha}{\lambda}}+\frac{\sin\left(\rho\,\text{tang}\,\omega-\frac{2\pi\alpha}{\lambda}\right)X}{\rho\,\text{tang}\,\omega-\frac{2\pi\alpha}{\lambda}}\right]\\ &-\cos 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{l}{\lambda}\right)\left[\frac{1-\cos\left(\rho\,\text{tang}\,\omega+\frac{2\pi\alpha}{\lambda}\right)X}{\rho\,\text{tang}\,\omega+\frac{2\pi\alpha}{\lambda}}-\frac{1-\cos\left(\rho\,\text{tang}\,\omega-\frac{2\pi\alpha}{\lambda}\right)X}{\rho\,\text{tang}\,\omega-\frac{2\pi\alpha}{\lambda}}\right]\end{aligned}\right\},$$

$$V' = \frac{mY}{2}\left\{\begin{aligned}&\cos 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{l}{\lambda}\right)\left[\frac{\sin\left(\rho\,\text{tang}\,\omega-\frac{2\pi\alpha}{\lambda}\right)X}{\rho\,\text{tang}\,\omega-\frac{2\pi\alpha}{\lambda}}-\frac{\sin\left(\rho\,\text{tang}\,\omega+\frac{2\pi\alpha}{\lambda}\right)X}{\rho\,\text{tang}\,\omega+\frac{2\pi\alpha}{\lambda}}\right]\\ &+\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{l}{\lambda}\right)\left[\frac{1-\cos\left(\rho\,\text{tang}\,\omega+\frac{2\pi\alpha}{\lambda}\right)X}{\rho\,\text{tang}\,\omega+\frac{2\pi\alpha}{\lambda}}+\frac{1-\cos\left(\rho\,\text{tang}\,\omega-\frac{2\pi\alpha}{\lambda}\right)X}{\rho\,\text{tang}\,\omega-\frac{2\pi\alpha}{\lambda}}\right]\end{aligned}\right\}.$$

Nous ne discuterons ces formules que dans le cas où le faisceau est suffisamment large, c'est-à-dire où l'on a X très grand par rapport à $\frac{1}{\rho\,\text{tang}\,\omega}$. Il vient alors, pour $\alpha = \frac{\lambda\rho\,\text{tang}\,\omega}{2\pi}$,

$$V = \frac{m}{2}XY\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{l}{\lambda}\right),$$

$$V' = \frac{m}{2}XY\cos 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{l}{\lambda}\right).$$

Ce sont les équations d'une vibration circulaire. On aura de même, pour $\alpha = -\frac{\lambda\rho\,\text{tang}\,\omega}{2\pi}$, une vibration circulaire d'égale amplitude, mais de rotation inverse. En dehors de ces deux directions, la vitesse est négligeable.

» Ainsi notre faisceau incident s'est divisé en deux faisceaux polarisés circulairement et en sens contraires [1]. On s'assurera, en continuant le calcul, qu'on retrouve ainsi tous les autres caractères du phénomène; on verra, par exemple, qu'un faisceau incident polarisé circulairement donne un seul faisceau émergent de même rotation. Il y a donc accord complet entre ces résultats et ceux auxquels conduit l'hypothèse de Fresnel. Je montrerai ultérieurement que cet accord existe dans tous les cas, et qu'on pouvait le prévoir *a priori*.

» En résumé, le phénomène découvert par Fresnel n'est qu'une conséquence nécessaire de la polarisation rotatoire. Ce dédoublement remarquable, qui, dans les idées de Fresnel, est une double réfraction, devient, si on l'envisage au point de vue des faits eux-mêmes, un phénomène de diffraction d'un genre particulier. »

PHYSIQUE. — *Influence de la température sur la compressibilité des gaz sous de fortes pressions*. Note de M. **E.-H. Amagat**.

« J'ai étudié l'azote, l'hydrogène, le formène, l'éthylène et l'acide carbonique depuis la température ambiante jusqu'à 100° et, comme limites de pression, entre 35^{atm} et 420^{atm}. Quoique les limites de température soient peu écartées, les variations subies par la compressibilité, surtout pour les deux derniers gaz, ont été tellement considérables, que j'ai pu saisir facilement l'ensemble du phénomène.

» Les pressions ont été mesurées par des manomètres à azote, au moyen des nombres que j'ai donnés pour la compressibilité de ce gaz; je dois faire remarquer que les petites erreurs qui peuvent provenir de ce procédé, le seul du reste qui puisse être employé aujourd'hui dans des recherches demandant quelque précision, ne sauraient en rien masquer les lois générales, car, dans toutes les séries d'expériences faites sur chaque gaz à diverses températures, les volumes déterminés correspondent à des indications sensiblement identiques des manomètres; les résultats obtenus sont donc parfaitement comparables entre eux.

» Ces résultats ont été représentés par des courbes; les pressions étant

(1) Si notre milieu inactif était limité par un plan parallèle à la face d'entrée, l'angle des deux faisceaux dans l'air serait $\frac{\lambda_0 \rho \tang \omega}{\pi}$, λ_0 étant la longueur d'onde dans l'air. C'est la moitié de l'effet produit par un *biprisme* de même angle.

comptées sur l'axe des abscisses, les ordonnées représentent les valeurs correspondantes du produit pv.

» Toutes ces courbes, sauf celles de l'hydrogène, ont montré un minimum du produit pv, très accentué surtout chez les gaz voisins des circonstances de leur liquéfaction, comme l'éthylène et l'acide carbonique pris un peu au-dessus du point critique.

» La température augmentant, la convexité des courbes va s'effaçant graduellement, et en même temps l'abscisse correspondant à l'ordonnée minima se déplace nettement et régulièrement en s'éloignant de l'origine des coordonnées pour l'éthylène et l'acide carbonique ; pour ces deux gaz, la trajectoire des points de contact des tangentes horizontales à chaque courbe se dessine nettement; dans les courbes de l'azote et du formène au contraire, ce point paraît rétrograder légèrement vers l'origine : je pense qu'il finirait par en être de même pour l'acide carbonique et l'éthylène si l'on élevait suffisamment la température.

» Les courbes, peu au delà de l'ordonnée minima, deviennent sensiblement droites et parallèles ou asymptotiques pour toutes les températures ; cette direction commune paraît caractéristique pour chaque gaz.

» Les courbes de l'hydrogène sont sensiblement droites et parallèles dans toute leur étendue. Ce que deviennent ces courbes sous de faibles pressions sera l'objet d'une étude spéciale.

» Pour les gaz facilement liquéfiables, les valeurs du rapport $\frac{pv}{p'v'}$ subissent au voisinage du minimum des variations extrêmement brusques, tellement que, pour une assez faible augmentation de température, la valeur de l'écart change de signe d'une façon très nette ; si l'on considère une région du réseau des courbes pour laquelle le rapport $\frac{pv}{p'v'}$ soit plus grand que l'unité, puis une région pour laquelle il soit plus petit, les trois lois suivantes apparaissent très nettement :

» 1° Quand un gaz est plus compressible que ne l'indique la loi de Mariotte, sa compressibilité croît quand la température augmente.

» 2° Quand un gaz est moins compressible que ne l'indique la loi, sa compressibilité augmente avec la température.

» 3° Cet accroissement, assez rapide au voisinage de l'ordonnée minima, où le gaz suit *accidentellement* la loi de Mariotte, se ralentit bientôt, de telle sorte que sous des pressions constantes l'effet de la température devient de moins en moins considérable.

» Le Tableau suivant, relatif à l'acide carbonique, montre clairement ces faits :

Températures.	Valeurs de $\frac{pv}{p'v'}$ entre $39^{atm},40$ et $92^{atm},10$.	entre $157^{atm},80$ et $328^{atm},90$.	entre $328^{atm},90$ et $418^{atm},40$.
34°,9......	3,126	0,549	0,804
39,8......	2,336	0,562	0,815
49,9......	1,637	0,602	0,821
70,1......	1,312	0,701	0,840
100,1......	1,198	0,929	0,870

» L'hydrogène, dès la pression normale, se trouve dans le cas de la seconde loi : sa compressibilité augmente avec le température. C'est le résultat auquel j'étais arrivé il y a huit ans (¹) en étudiant ce gaz entre 1^{atm} et 2^{atm} jusqu'à 320°.

» Les autres gaz, au contraire, aux faibles pressions, se trouvent dans le premier cas : leur compressibilité décroît avec la température. C'est également le résultat auquel j'étais arrivé. Ayant suivi cette diminution jusqu'à 320° pour l'air et 250° pour l'acide sulfureux et l'acide carbonique sans trouver de changement de signe dans l'écart, j'ai pensé que ce changement ne se manifesterait point à des températures supérieures ; mais les résultats auxquels j'arrive aujourd'hui prouvent que, si ma conclusion relativement à l'hydrogène se trouve pleinement vérifiée, il peut se faire que pour les autres gaz elle ne soit exacte qu'entre les limites expérimentales entre lesquelles j'avais opéré alors. Toutefois, si l'air, par exemple, entre 1^{atm} et 2^{atm}, devient, à une température suffisamment élevée, moins compressible que ne l'indique la loi de Mariotte, sa compressibilité ne continuerait pas à décroître, la température augmentant toujours ; au contraire, le rapport $\frac{pv}{p'v'}$, après avoir pris une valeur très peu inférieure à l'unité, commencerait à croître, la température continuant toujours à s'élever, et le gaz se rapprocherait de nouveau et indéfiniment de la loi de Mariotte, qui serait encore la loi limite. J'espère que ce point sera éclairci par les expériences que je poursuis actuellement. »

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XXIX.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur la passivité du fer* (deuxième Partie). Note de M. L. VARENNE.

« La Note que je présente aujourd'hui à l'Académie est le résumé de nouvelles recherches ayant pour but de confirmer les résultats des premières expériences sur ce sujet et de déterminer les causes de la formation de cette gaîne gazeuse et les influences qui en maintiennent ensuite l'adhérence.

» I. *La détermination de la passivité est toujours précédée d'une action chimique de durée variable.*

» Lorsque l'immersion du métal a lieu dans de l'acide azotique répondant à la formule AzO^5,HO, il n'y a pas d'action nettement observable; mais cela ne tient qu'à son peu de durée. En immergeant, en effet, dans de l'acide azotique marquant 42° B. un morceau de fer ordinaire, on constate un dégagement tumultueux de gaz bioxyde d'azote; la surface du métal est obscurcie par les bulles de gaz; mais, au bout d'un intervalle de temps variant entre trois et vingt secondes, elle devient tout à coup brillante et le dégagement s'arrête. Ce phénomène ne saurait être mieux comparé qu'à celui de l'*éclair* qui se présente dans la coupellation de l'argent. La passivité est alors déterminée, car, si l'on porte, avec des précautions dont j'indiquerai plus loin la raison, le métal qui a subi cette action préalable dans de l'acide azotique notablement étendu, il n'y a plus aucune attaque. La même expérience peut être répétée avec de l'acide azotique marquant moins de 42° B.; mais j'ai observé que l'on ne peut aller au-dessous d'une concentration caractérisée par 35° B.

» Lorsque l'on atteint cette limite, on peut constater que les phénomènes se modifient de la façon suivante : le dégagement de gaz se produit pendant quelque temps; il est bientôt suivi de la cessation brusque de toute action chimique, cette cessation étant caractérisée, comme précédemment, par l'éclairement subit de la surface métallique; mais ce dernier état n'est point stable; l'attaque recommence bientôt sur un point du métal, se propage sur toute sa surface, puis s'arrête de nouveau avec le même caractère, et ainsi de suite. On a en quelque sorte ici une passivité intermittente. L'explication de cette particularité ne peut être nettement établie qu'à la suite des expériences suivantes.

» II. *La passivité peut être déterminée sur une tige de fer par l'immersion d'une fraction seulement de cette tige dans l'acide azotique concentré.*

» Une tige de fer de plusieurs centimètres de long est plongée partiellement ($0^m,01$, par exemple) soit dans l'acide monohydraté, soit dans un acide moins concentré, mais marquant plus de 35° B. On la transporte ensuite avec précaution et sans l'agiter dans de l'acide étendu, contenu dans une éprouvette à pied, en ayant soin d'immerger entièrement tout d'abord la partie qui avait été plongée dans l'acide concentré; on enfonce ensuite très lentement et d'une façon progressive la tige dans le liquide : il n'y a pas alors d'action chimique apparente. Il s'en produit une cependant sur les parties du métal, au fur et à mesure de leur immersion, car on peut constater, par une observation attentive, le dégagement de petites bulles gazeuses qui se fixent sur le métal, et ce dégagement n'a lieu que pendant un laps de temps presque inappréciable. La tige est passive, et cette propriété a pu lui être communiquée par l'immersion d'une fraction très petite de sa longueur totale dans un acide concentré. C'est ainsi qu'une tige de fer de $0^m,22$, qui avait été immergée seulement de $0^m,01$ dans l'acide concentré, a pu être plongée complètement dans de l'acide étendu, sans entrer en dissolution dans celui-ci, qui agissait au contraire énergiquement sur elle avant que l'une de ses extrémités ait été mise en contact avec l'acide concentré. Cet état de passivité n'a qu'une stabilité très faible; il suffit, en général, d'imprimer à la tige un léger mouvement pour que l'attaque commence avec énergie. Cependant, il y a des degrés divers dans cette stabilité; elle est d'autant moins grande : 1° que l'acide dans lequel on pratique la seconde immersion est plus étendu; 2° que la surface du métal est plus rugueuse; 3° que le diamètre de la tige est plus grand.

» Il m'a semblé que ces phénomènes pouvaient être interprétés de la manière suivante.

» Le métal étant immergé dans de l'acide azotique concentré, il y a d'abord action chimique (I).

» D'autre part, il n'est pas admissible qu'il se forme à la surface du métal une couche d'un azotate ou d'un oxyde insoluble. J'ai déjà fait ressortir dans une précédente Note combien cette hypothèse était peu plausible *a priori*; mais elle est détruite d'une facon absolue par les expériences que j'ai citées en dernier lieu (II).

» Si l'on admet, au contraire, comme j'avais été conduit à le faire par les premières recherches que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, que la couche protectrice est une couche de gaz, ces phénomènes peuvent être facilement expliqués. L'action chimique développe des bulles gazeuses; celles-ci se dissolvent d'abord plus ou moins facilement dans l'eau d'addi-

tion que contient l'acide qui détermine la passivité; mais, cette solubilité étant restreinte, les bulles qui se produisent ensuite viennent adhérer au métal en constituant une gaîne, dont la cohésion, résultant d'actions capillaires d'un ordre particulier, peut être détruite par suite du mouvement imprimé au métal dans l'intérieur du liquide. Si l'acide est dans un état de concentration peu inférieur à la concentration limite, le phénomène, au lieu d'être continu, subira des intermittences en raison de la lenteur de dissolution des bulles de gaz par l'eau d'addition : on verra donc s'établir et disparaître successivement la passivité. Enfin, dans les expériences (II), la gaîne gazeuse se dispose d'abord sur la partie immergée dans l'acide concentré; mais, une fois formée sur le métal, elle y adhère, d'après ce qui précède, par suite d'actions capillaires et exerce ensuite une attraction sur les bulles gazeuses qui prennent primitivement naissance dans l'acide étendu lorsqu'on y transporte la tige métallique. L'enveloppe se constitue ainsi de proche en proche, et la passivité, déterminée d'abord sur une longueur de $0^m,01$, par exemple, peut ainsi, par influences successives, se propager sur la tige entière; dans ce cas, comme dans le précédent, les actions mécaniques même très faibles suffiront pour la détruire.

» III. Il paraissait intéressant d'étudier comment varie l'adhérence de cette gaîne gazeuse avec les circonstances dans lesquelles est placé le métal. Le fer rendu passif perd cette propriété dans le vide, ainsi que je l'ai déjà annoncé dans la première partie de ce travail. Je me suis proposé encore d'examiner quelle durée peut avoir cette passivité lorsque le métal est immergé dans un acide azotique étendu.

» α. *Fer rendu passif et placé à l'abri de l'agitation dans l'acide étendu à différents degrés de dilution.*

Dilution.	Cessation de la passivité au bout de	Dilution.	Cessation de la passivité au bout de
34° B	11^j	28° B	26^h
32 B	5^j	25 B	24^h
30 B	32^h	20 B	12^h

» β. *Fer rendu passif et placé sous la cloche à vide dans de l'acide étendu à divers degrés de dilution.* — La partie rendue passive étant exactement immergée dans l'acide étendu, la durée de la passivité est toujours fonction de la dilution de l'acide, mais de plus elle est beaucoup moins grande, pour une même dilution, que dans le cas précédent. Dans ce cas, en effet, il y a à ajouter à l'action du liquide celle de la raréfaction gazeuse.

» IV. Je puis annoncer dès aujourd'hui, d'après des expériences positives, que l'on peut déterminer synthétiquement la passivité par immersion prolongée du fer dans le bioxyde d'azote sous une pression considérable. Des difficultés d'exécution que soulève la construction d'appareils appropriés m'empêchent de communiquer actuellement à l'Académie les déterminations comparatives que j'espère pouvoir lui soumettre bientôt [1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la teneur en fer des eaux minérales de Rouen et de Forges-les-Eaux* [2]. Note de M. A. **Houzeau**.

« Les propriétés thérapeutiques bien connues du fer donnent toujours un intérêt au dosage exact de ce principe dans les eaux minérales qui le contiennent; c'est pourquoi je pense qu'il y a utilité à faire connaître le résultat de mes analyses sur ce sujet spécial, en ce qui concerne les eaux de Rouen et de Forges-les-Eaux.

» L'examen de ces eaux a été d'abord précédé d'une étude destinée à rechercher la méthode la plus exacte pour doser le fer, méthode contrôlée d'ailleurs par une vérification synthétique dans laquelle une proportion déterminée de fer a été sûrement retrouvée à un dixième de milligramme près.

» Le procédé que j'ai suivi consiste à additionner d'acide sulfurique pur un volume connu d'eau immédiatement après sa prise à la source; à évaporer à siccité jusqu'à dégagement total de l'acide mis en excès, puis à reprendre le résidu salin, et souvent charbonneux, par de l'acide chlorhydrique pur et à doser, à l'aide d'une solution titrée de caméléon, le fer ramené au minimum d'oxydation par le zinc pur, en se conformant sur ce point aux précieuses indications fournies par M. Boussingault dans son important travail sur l'acier.

» Voici les résultats obtenus rapportés à 1^{lit}.

SOURCE DE ROUEN.

Source du Jardin Martainville, découverte en 1872 par le Dr Le Plé.

	Matières fixes à 110°.	Fer.
	gr	mgr
Prise du 12 décembre 1872	0,294	20,0
Prise du 31 mai 1876	0,200	24,0

---

(1) Les recherches qui font l'objet de cette Note ont été exécutées au laboratoire de M. Fremy, à l'École Polytechnique.

(2) Ce travail a été fait dans le laboratoire des Hautes Études de Rouen.

Ancienne source dite Royale *de la Maréquerie (aujourd'hui renfermée dans un établissement industriel, rue d'Amiens).*

	Matières fixes à 110°.	Fer.
	gr	mgr
Prise du 6 mars 1876	0,245	15,6
Prise du 31 mai 1876	0,250	13,6
Prise du 28 mai 1879 (analyse de M. Rivage, préparateur)	»	11,6

Source de Marin le Pigny, dans le voisinage de l'ancienne source dite du Pavillon.

	Matières fixes à 110°.	Fer.
	gr	mgr
Prise du 31 mai 1876	0,250	7,7

SOURCE DE DEVILLE-LÈS-ROUEN.

Source située dans la cave de la maison Blondel (rue de l'Industrie); dans cette cave se trouve également, à quelques pas de distance, une source non ferrugineuse.

	Matières fixes à 110°.	Fer.
	gr	mgr
Prise du 25 août 1875	0,530	4,8
Prise du 25 février 1876	»	4,8
Prise du 6 juillet 1876	»	7,8

SOURCES DE FORGES-LES-EAUX ([1]).

	Matières fixes à 110°.	Fer.
	gr	mgr
La Reinette : prise du 20 juin 1876	0,120	3,2
La Royale : » »	0,100	7,3
La Cardinale : » »	0,390	43,8

» Il n'est peut-être pas sans intérêt de rappeler la teneur en fer par litre qui avait été assignée à ces eaux à différentes époques :

	Analyse de M. Robert, 1812.		Analyse de M. Henry, 1845.	
	Matières fixes.	Fer.	Matières fixes.	Fer.
	gr	mgr	gr	mgr
La Reinette	0,099	3,3	0,230	10,5
La Royale	0,205	13,4	0,225	40,2
La Cardinale	0,245	23,2	0,245	58,8

» Ajoutons qu'en 1842 MM. Girardin et Morin, ayant analysé une eau de Forges de la source dite *Nouvelle*, ont trouvé, pour 1^{lit} d'eau : matières fixes, $0^{gr},158$; fer, 28^{mgr}. »

([1]) L'eau a été prise dans l'établissement, à l'endroit même où les malades la boivent.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Isomères de la phloroglucine.* Note de M. **Arm. Gautier**, présentée par M. Wurtz.

« Diverses considérations m'ont conduit à penser que les glucosides végétaux sont aptes à subir dans la plante des déshydratations portant sur leur radical glucosique, d'où résultent de nombreux dérivés, parmi lesquels il y a lieu de distinguer la série remarquable des corps qui, par l'action des acides forts ou la fusion avec les alcalis, fournissent de la phloroglucine. Les quercétines, les catéchines, beaucoup de tannins et de matières colorantes végétales, la maclurine, le morin, l'acide filicique, la lutéoline, la scoparine, etc., sont dans ce cas. On pouvait donc se demander : d'abord, si les glucoses sont bien aptes à fournir directement de la phloroglucine par simple déshydratation; ensuite, si aux divers glucoses pouvant entrer dans la constitution des glucosides végétaux correspondraient dans leurs dérivés naturels diverses phloroglucines. Quoiqu'il n'y ait lieu de prévoir, d'après la théorie des isomères aromatiques, que trois corps en $C^6H^6O^3$, même en faisant ici abstraction des polymères et du pyrogallol, je pense, d'après les considérations précédentes et les observations que je vais rapporter, que le nombre de ces corps de saveur douce, véritables glucoses aromatiques par leurs caractères généraux, de composition identique et de propriétés très analogues à celles de la phloroglucine, augmentera beaucoup à mesure qu'on fera une étude attentive de ces dérivés.

» (*a*). *Sucre aromatique de la matière colorante* $C^{21}H^{20}O^{10}$ *du vin de Carignane.* — Lorsqu'on fond avec les alcalis la matière colorante du vin rouge de Carignane, que j'ai décrite ici (t. LXXXVI, p. 1507), on obtient, avec d'autres produits de dédoublement sur lesquels je reviendrai plus tard, une matière sucrée que l'on extrait par l'éther du produit brut de la réaction neutralisé. Cette substance correspond exactement, après dessiccation à 110°, à la formule $C^6H^6O^3$ de la phloroglucine. Elle cristallise comme elle, avec 2 molécules d'eau qu'elle perd à 100° (eau perdue 22,6, au lieu de 22,22 théorie).

» C'est une matière de saveur très douce, assez soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool et l'éther. Les cristaux déposés au sein de l'eau sont le plus souvent en lamelles rhomboïdales, appartenant au prisme rectangulaire droit ou oblique. Dans l'éther, il se forme des cristaux bien nets,

en général dénués de facettes modificatrices et qui m'ont paru être des prismes rhomboïdaux droits.

» Cette substance réduit lentement à l'ébullition le réactif cupro-potassique. Elle n'est précipitée que par le sous-acétate de plomb. En solution alcaline, elle s'oxyde rapidement à l'air, mais sans rougir. L'eau de brome produit dans ses solutions étendues un abondant précipité blanc; en un mot, elle jouit de toutes les propriétés de la phloroglucine, dont elle a la composition et qui cristallise comme elle avec 2 molécules d'eau.

» Elle en diffère toutefois en deux points : 1° à l'état sec, elle fond à 208°,5 (corrigé) au lieu de 220°; 2° elle ne prend par le chlorure ferrique qu'une très légère teinte violette fugace, tandis que la phloroglucine de la phloridzine se colore en rouge violacé foncé.

» (*b*). *Sucre aromatique dérivé de la quercétine.* — La quercétine du quercitron fondue avec la potasse donne, comme on le sait, un corps en $C^6H^6O^3$, que Hlassiwetz pensait être la phloroglucine de la phloridzine. J'ai préparé cette substance, et après purification par l'acétate de plomb, le noir, et quatre cristallisations dans l'eau, je l'ai examinée avec soin.

» Elle cristallise dans l'eau et dans l'éther en prismes rhomboïdaux droits ou obliques, à arêtes bien nettes, ou en croûtes armées de pointements aigus. Elle est peu soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool et l'éther. Son goût est à peine sucré. Les cristaux hydratés ont pour formule $3C^6H^6O^3, 2H^2O$. (Eau perdue à 110° : 8,9 pour 100, théorie 8,7); séchée, elle fond à 174° (corrigé). Elle a d'ailleurs toutes les propriétés générales de la phloroglucine. Elle en diffère toutefois bien nettement par les caractères suivants :

» 1° Son goût à peine sucré;

» 2° Son point de fusion qui est 174° au lieu de 220°;

» 3° Son eau de cristallisation qui répond à $3C^6H^6O^3, 2H^2O$, au lieu de $C^6H^6O^3, 2H^2O$.

» 4° L'absence de réaction colorée en présence des sels ferriques.

» (*c*). *Sucre aromatique obtenu par l'oxydation du phénol.* — On sait qu'il y a peu de temps MM. L. Barth et J. Schrœder ont obtenu de la phloroglucine en fondant le phénol avec la soude. J'ai préparé ce produit; il correspond bien à la formule $C^6H^6O^3$, et cristallise avec 2 molécules d'eau.

» Ces cristaux hydratés sont de gros prismes à formes diffuses, taillés souvent en pierres à aiguiser, et qui appartiennent au prisme rhomboïdal droit. Dans l'éther on obtient des prismes terminés par deux pointements, groupés souvent entre eux soit en étoiles à six branches formées chacune

d'une sorte de feuille lancéolée à nervure médiane, soit en branches de fougère. Cette substance, d'un goût très doux, a toutes les propriétés de la phloroglucine ordinaire. Elle en diffère toutefois par les deux caractères suivants :

» 1° A l'état sec, elle fond à 200°,5 au lieu de 220°. Déjà à 184° ces cristaux s'altèrent et brunissent légèrement sans fondre.

» 2° Elle se colore difficilement, par le chlorure ferrique étendu, d'une légère teinte violet franc.

» La différence des points de fusion des sucres aromatiques dérivés de la matière colorante $C^{21}H^{20}O^{10}$, de l'oxydation du phénol, et de la phloridzine, et la non-identité de leurs formes cristallines me portent à penser que ces corps sont isomères, mais sans rien affirmer encore à l'égard des deux derniers. Il n'en reste pas moins établi que ces trois substances : *phloroglucine* de la phloridzine, *œnoglucine* de la matière colorante du vin, *querciglucine* de la quercétine, ne sauraient être confondues.

» J'ajoute que Rochleder a dérivé du tannin du griotier une phloroglucine, cristallisant avec 2 molécules d'eau, mais différant de la plupart des substances précédentes en ce qu'elle ne se colore pas par le chlorure ferrique. Cette substance, qu'il a appelée *isophloroglucine*, et sur laquelle il ne donne presque aucun autre renseignement, était restée inaperçue, et n'a été citée ni dans le Dictionnaire de Watts, ni dans celui de Wurtz.

» On ne saurait méconnaître l'étroite parenté de ces divers composés. Ils sont tous neutres, cristallins, solubles dans les mêmes dissolvants, précipitables seulement par le sous-acétate de plomb dont un excès les redissout. Tous se conduisent comme des aldéhydes ou des phénols et s'oxydent aisément à l'air en liqueur alcaline. Tous ont une saveur douce, et réduisent à chaud le réactif cupro-potassique. Ce sont, en un mot, les vrais *glucoses aromatiques*. J'ajoute qu'en chauffant le glucose ordinaire avec la baryte, je suis parvenu à obtenir une matière sucrée présentant tous les caractères des substances précédentes. On ne saurait donc méconnaître ni l'origine de ces glucines dans le règne végétal, ni leur analogie avec les glucoses dont ils sont les véritables anhydrides et qu'ils représentent dans la série aromatique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits contenus dans les cokes de pétrole.* Note de MM. **L. Prunier** et **E. Varenne**, présentée par M. Berthelot.

« L'un de nous a fait connaître l'année dernière [1] l'existence d'un groupe nouveau de carbures extraits des pétroles de Pensylvanie dans la période ultime du traitement américain.

» Ces résultats faisaient pressentir que le coke formant le résidu, actuellement abandonné, de l'opération devait contenir des carbures plus élevés encore. C'est ce que nous avons entrepris de vérifier, en soumettant à la même méthode expérimentale les produits mis obligeamment à notre disposition par M. Deutsch, dont le nom est bien connu dans l'industrie des pétroles.

» La matière que nous avons mise en traitement est fortement boursouflée, d'un noir luisant, à reflets bruns légèrement irisés. Elle est très cassante. Sa densité est voisine de 2,0. Elle laisse à l'incinération un très faible résidu, où domine la chaux.

» Traitée par les dissolvants, dans des conditions que nous indiquerons dans notre Mémoire, elle a fourni :

» 1° Un résidu insoluble de charbon proprement dit, qui retient énergiquement une certaine quantité du dissolvant; l'analyse a donné pour ce charbon des chiffres qui vont de 97,4 à 98,0 pour 100 de carbone.

» 2° Une masse provenant de l'évaporation du sulfure et renfermant de 93 à 95 pour 100 de carbone.

» C'est ce produit qui, épuisé aussi complètement que possible par l'alcool, l'éther et l'acide acétique cristallisable, employés à l'ébullition, a fourni une substance débarrassée de produits oxydés et demeurée soluble dans le sulfure et le chloroforme. La moyenne de plusieurs combustions concordantes nous a donné 97,7 de carbone et 2,5 pour 100 d'hydrogène.

» L'expression $(C^{14}H^2)^n$ exige 97,67. Cette limite avait à peine été atteinte dans le précédent Mémoire, qui ne contient que des analyses offrant un maximum de 97,6 en carbone.

» 3° Dans une autre série d'expériences, nous avons cherché à fractionner d'abord par distillation la masse soluble dans le sulfure de carbone.

---

[1] L. Prunier, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVII; 1879. Voir aussi *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 386.

» Nous sommes partis d'un corps contenant 95,5 de carbone, 2,5 d'hydrogène et 2 d'oxygène environ. Nous opérions au bain métallique, au moyen du thermomètre de M. Berthelot, à la pression ordinaire ou dans le vide relatif que peut donner une bonne trompe d'Alvergniat.

» Cette distillation est difficile à effectuer commodément dans les appareils ordinaires. Nous sommes arrivés, par un tour de main et au moyen d'un appareil que nous décrirons ailleurs, à fractionner à volonté le produit depuis 250°, température à laquelle commence la distillation, jusque vers 500° et même 550°.

» La majeure partie des composés recueillis au-dessous de 400° sont solubles dans l'alcool, dans l'éther ou dans l'acide acétique. Ces produits sont tous fortement fluorescents et contiennent de l'oxygène.

» Pour une opération poussée jusqu'à 450°, le résidu formait les trois quarts de la masse primitive; il était totalement soluble dans le chloroforme et le sulfure de carbone.

» Après l'avoir débarrassé des dernières traces de composés oxydés, nous l'avons analysé à plusieurs reprises, et nous avons obtenu des chiffres compris entre 97,7 et 98,11 pour 100 de carbone, et le reste en hydrogène; en moyenne, 97,9. Ces nombres établissent l'existence, dans les cokes de pétrole, de carbures d'hydrogène complètement solubles, dont la formule brute serait $(C^{16}H^2)^n$, qui exige 97,95, ou même $(C^{18}H^2)^n$, qui répond à 98,18 pour 100.

» 4° En résumé, nos expériences nous conduisent à admettre la présence, dans les cokes de pétrole, d'un ensemble complexe provenant d'un équilibre pyrogéné dont les produits volatils principaux ont été étudiés dans le précédent travail. La partie la moins volatile (le coke) contient des corps, plus élevés encore comme condensation moléculaire, qui représentent la partie complémentaire du dédoublement en question.

» Toutefois, en confirmant et étendant les résultats antérieurs, il est bon d'ajouter que les carbures s'accompagnent ici d'une proportion notable de composés oxygénés sur lesquels nous nous proposons de revenir prochainement, en même temps que sur les produits jaunes d'incrustation des serpentins, dont l'origine et la composition sont analogues, sinon identiques. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur une explosion singulière produite pendant un chauffage de vin, et sur une nouvelle méthode de dosage d'alcool.* Note de M. V. WARTHA, présentée par M. Pasteur.

« Dans les caves d'une de nos plus renommées maisons de commerce de vins (de Budapesth), on faisait subir dernièrement à une quantité d'environ 6^{hlit} d'un très précieux vin de liqueur de Tokai, de 15^{vol} pour 100 d'alcool, le procédé de M. Pasteur. L'appareil employé avait été construit par M. Terrel des Chênes, et chauffé par un feu de gril ordinaire. Les gaz de combustion étaient conduits dans une cheminée. Ladite opération fut faite dans un parterre chauffé à environ 20° C. et au grand jour; la porte de cet endroit, conduisant dans une cour, était ouverte. Au moment où presque toute la quantité du vin avait déjà passé par l'appareil et qu'il n'y manquait qu'un hectolitre environ, une explosion terrible eut lieu, par laquelle non seulement le fond du tonneau, d'une épaisseur de $0^m,05$, fut poussé en dehors, mais aussi les douves en furent séparément brisées en long et volèrent en éclats. L'ouvrier chargé de l'exécution de cette opération fut lancé au mur et reçut des blessures assez graves, tandis que le contenu du tonneau se perdit naturellement tout entier. Il est donc probable que cette explosion inattendue fut causée par l'inflammation d'un mélange d'alcool et d'air ordinaire, contenu dans l'espace vide du tonneau, et aussi d'un courant d'air et de vapeurs sortant du tonneau qui s'alluma au foyer placé à $1^m,50$ de distance, et transmit ainsi l'inflammation jusqu'à l'intérieur du tonneau.

» Autant que je sache, il n'existe jusqu'à présent pas d'observations exactes sur l'inflammation de l'air saturé de vapeurs d'alcool à des températures différentes, et pour cette raison je me suis livré à une série d'expériences préliminaires afin de faire connaître la température minima à laquelle l'inflammation desdits mélanges peut encore avoir lieu. Cette question étant d'une grande importance pratique, je prends la liberté de présenter à l'Académie quelques résultats de mes expériences. Pour leur exécution j'ai adopté la méthode de M. Victor Meyer (DENGLER, *Polytechn. Journal*, 1879, p. 52), laquelle, effectuée avec précision, donne des résultats très conformes.

» Il en résulte que la limite de température des vapeurs dégagées d'un liquide contenant les proportions suivantes d'alcool est celle-ci :

Alcool pour 100.	Limite de température.
8	55°
9	53
10	51
11	50
12	48
15	43

» L'explosion dont j'ai parlé n'est donc pas difficile à expliquer. Je me suis assuré qu'avec l'appareil porté à une température d'échauffement d'environ 62-63° C. le vin découlant parvient au tonneau avec une température de 40° C. Il arriva donc très aisément (et dans ce cas il fut sûr) que la température du vin à échauffer fut portée jusqu'à 70° C. C'est alors que le danger dut commencer, et il est probable que la limite de 43°C. fut non seulement atteinte, mais encore surpassée. Il est donc de rigueur, surtout quand l'opération est faite dans une localité à éclairage de lampes avec des vins de grande richesse d'alcool, de refroidir le vin écoulant de l'appareil à l'aide d'une petite glacière et de lui rendre sa température originaire, ce qui, d'ailleurs, est toujours fort à désirer.

» Étant actuellement occupé de vérifier la limite d'explosion des mélanges d'alcool et d'air à l'aide d'un appareil précis et au moyen de l'étincelle électrique, j'espère en obtenir non seulement des nombres plus exacts encore, mais aussi, si la méthode est assez simple, d'en *déduire une nouvelle manière de doser l'alcool.* »

MINÉRALOGIE. — *Reproduction synthétique des silicates alumineux et des silico-aluminates alcalins de la nature.* Note de M. **Stan. Meunier**, présentée par M. Daubrée.

« En exposant récemment un procédé opératoire grâce auquel on peut réaliser, à la pression ordinaire et dans une atmosphère de vapeur d'eau, la synthèse de l'enstatite ([1]), j'annonçais, entre autres modifications possibles de l'expérience décrite, la substitution de l'aluminium au magnésium métallique. C'est conformément à ce programme que j'ai depuis lors

([1]) *Comptes rendus*, même Volume, p. 349.

soumis à une étude spéciale l'action simultanée, à la température rouge, de la vapeur d'eau et de la vapeur de chlorure de silicium sur l'aluminium en fils assez fins.

» Le résultat varie avec certaines conditions de l'expérience, telles que la température, et surtout avec la vitesse et l'abondance relative des deux courants gazeux. Si la vapeur de chlorure de silicium est prédominante, le produit principal consiste en silicium métallique, qui se présente tantôt en petites lamelles cristallines enchevêtrées entre elles, tantôt en fines aiguilles simples ou groupées pouvant atteindre une longueur relativement considérable. Si c'est la vapeur d'eau qui est en excès, ce qui se dépose surtout, c'est un mélange d'alumine et de silice terreuses, où il est parfois très difficile de trouver le moindre vestige d'une substance cristallisée. Au contraire, lorsque les deux courants gazeux sont réglés de façon qu'ils puissent se mélanger dans toute la longueur du tube au contact de l'aluminium, alors le microscope retrouve dans la poudre grisâtre qui s'est déposée des myriades d'aiguilles cristallisées, transparentes, enchevêtrées les unes dans les autres et actives sur la lumière polarisée. Leur action dépolarisante est cependant très faible; mais il paraît légitime d'attribuer cette circonstance aux dimensions très exiguës des cristaux.

» Il est presque impossible de séparer ces aiguilles de l'excès de matière étrangère (silicium, silice, alumine) avec lequel elles sont mélangées. Mais on rencontre des points où elles se sont produites à peu près seules, et il devient dès lors aisé d'en déterminer la composition chimique. J'y ai trouvé sur $0^{gr},970$:

Silice	40,91
Alumine	58,02
	98,93

» C'est, comme on voit, la composition de l'andalousite et du disthène naturels. Il faudra une étude cristallographique spéciale pour reconnaître à laquelle de ces deux espèces j'ai eu affaire; mais la dimension des cristaux obtenus apporte jusqu'ici des obtacles à cette détermination.

» Ce qui précède montre que la reproduction des silicates alumineux par la nouvelle méthode est beaucoup plus difficile et beaucoup plus incertaine que celle des silicates magnésiens; mais, contre toute attente, l'expérience devient au contraire très facile si, par une complication considérable, on fait intervenir la potasse caustique au contact de l'aluminium. Dans ce cas, il se produit, avec une abondance extrême, des cristaux bru-

nâtres, en trapézoèdres réguliers, parfaitement nets et donnant à l'analyse :

Silice....	55,83
Alumine.......	23,54
Potasse (par différence)..........	20,63
	100,00

» Tous ces caractères sont ceux de l'amphigène naturelle. Cependant nos cristaux se distinguent par une inactivité absolue sur la lumière polarisée : le fait, qui pourrait tenir à la petitesse des échantillons, dont le diamètre varie de $0^{mm},003$ à $0^{mm},012$, mérite évidemment d'être expliqué.

» En tout cas, à une température peu différente, j'ai, dans une autre expérience, obtenu, outre les trapézoèdres, des prismes maclés, offrant les contours des cristaux d'orthose. Jusqu'ici cette substance ne s'est pas présentée en quantité suffisante pour que son analyse ait été possible. La substitution à la potasse de la soude ou du chlorure de calcium m'a conduit à des résultats qui semblent, à première vue, analogues avec les précédents.

» Comme on le voit par ces quelques mots, la méthode dont j'ai exposé précédemment le principe, et qui avait déjà fourni des silicates et des aluminates magnésiens, donne aussi des silicates alumineux et des silico-aluminates alcalins semblables à ceux de la nature : elle est donc générale, et l'on peut prévoir dès maintenant qu'elle pourra conduire à la reproduction artificielle d'un très grand nombre d'autres espèces minérales.

» Suivant moi, cette méthode se recommande surtout par sa similitude avec le procédé mis en œuvre par la nature lors de la formation des cristaux que nous avons imités; elle ne fait intervenir que des éléments dont le rôle minéralisateur aux anciennes époques a été universellement reconnu, et elle se tient strictement dans les conditions précisées, comme conséquences de leurs études, par les observateurs qui ont cherché à se rendre compte de l'origine des roches.

» Il me suffira, à cet égard, de rappeler d'un mot la grande conception de Davy, adoptée par Gay-Lussac, et à laquelle l'étude des météorites a ramené M. Daubrée. Elle consiste à croire que, suivant l'heureuse expression d'Élie de Beaumont, les roches primitives sont résultées de la *coupellation naturelle* d'un noyau métallique, sur lequel sont venus s'attaquer les agents d'oxydation et de minéralisation. Seulement, au lieu de supposer, avec Davy, que la combustion s'est produite exclusivement à la périphérie du noyau, nous sommes amenés à reconnaître qu'elle se déclare

successivement dans toute la masse à mesure que les progrès du refroidissement centripète arrachent de nouvelles couches au domaine de la dissociation.

» Dans le cours du travail dont j'ai soumis successivement à l'Académie les différentes parties, j'ai constamment pris pour guide cette pensée de M. Daubrée : « Dans la synthèse des minéraux, ce qui importe, ce n'est » pas seulement de reproduire telle ou telle espèce minérale, mais d'arriver » à ce résultat par des méthodes qui paraissent conformes à celles que la » nature a mises en œuvre [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'origine et le développement de l'œuf chez la Méduse Eucope avant la fécondation.* Note de M. C. **Merejkowsky**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les ovaires de la Méduse, disposés à l'intérieur de la cloche, ont l'aspect de quatre petits sacs, dus à une évagination de la cavité gastro-vasculaire. Dans les parois des ovaires, on trouve de dehors en dedans une couche de cellules ectodermiques dont les limites ne sont pas bien définies et l'endoderme composé de plusieurs couches de cellules mieux limitées. La couche la plus intérieure de l'endoderme, celle qui recouvre la surface intérieure de l'ovaire, est composée des mêmes cellules (garnies d'un cil vibratile) que l'endoderme des canaux radiaux.

» Vers la base de l'ovaire, là où il se confond avec la surface inférieure de la cloche, la couche endodermique n'est encore formée que d'une seule couche, comme dans le canal radial; mais, à mesure qu'on avance vers l'intérieur de l'ovaire, on voit les cellules endodermiques se diviser dans une direction verticale à leur longueur et former ainsi deux couches d'endoderme superposées; la division des cellules se continuant dans toutes les directions, on arrive ainsi à un endoderme de plus en plus épais.

» Entre ces deux feuillets d'endoderme et d'ectoderme formant l'ovaire se trouve un troisième feuillet plus mince et privé de structure : c'est la *lamelle intermédiaire*, qui les sépare d'une manière tranchée et aide à définir avec sûreté quelle couche produit les œufs de l'Eucope; ces œufs se trouvant toujours *sous* la lamelle intermédiaire et étant ainsi séparés de l'ectoderme par cette lamelle ne peuvent se développer que de l'endoderme.

[1] Daubrée, *Études synthétiques de Géologie expérimentale*, p. 8.

Mais une autre raison conduit à admettre l'origine endodermique des œufs de l'Eucope, si l'on observe directement toutes les transitions graduées entre les cellules endodermiques ordinaires et les jeunes œufs. Les changements d'une cellule endodermique destinée à se développer en œuf, que je vais aborder maintenant, consistent en ce que cette cellule augmente en volume et le noyau se transforme en tache germinative.

» Dans les cellules endodermiques recouvrant les canaux radiaux, le protoplasma est complètement transparent et dénué de grains; le noyau apparaît sous la forme d'une tache claire et ronde contenant au centre un nucléolus rond et plus dense. Plus tard nous remarquons que les cellules ainsi que leurs noyaux et nucléolus augmentent et le protoplasma devient de plus en plus granuleux. Le nucléolus, d'abord simple et muni d'une petite vacuole, commence à se diviser. Ainsi que je l'ai décrit au sujet d'une Méduse de la mer Blanche [1], au commencement de la division le nucléolus s'allonge, s'étrangle dans son milieu, fait une courbe, ce qui lui donne la forme d'un fer à cheval, et finalement se divise en deux parties, dont chacune possède une vacuole centrale; ensuite chaque moitié, simultanément ou non, se divise encore en deux parties, mais dans une direction perpendiculaire à la première (similairement à la segmentation de l'œuf), et ainsi de suite.

» Quoique ces phénomènes soient constants et normaux chez les Méduses de la mer Blanche, je ne les ai pu constater que par exception chez les Méduses du golfe de Naples. Ordinairement, dans cette dernière, la division du nucléolus a lieu d'une manière entièrement différente et non encore décrite. Lorsque, après s'être allongé, le nucléolus présente un étranglement médian, il ne se divise pas en deux parties, mais s'allonge tout simplement en forme de bande contournée sur elle-même; des strangulations se formant encore en plusieurs endroits, le nucléus, de rond qu'il était, devient une longue bande moniliforme et tordue en plusieurs contours. Chaque division du chapelet est fusiforme ou ronde; elle renferme régulièrement au milieu une très petite vacuole et se trouve réunie aux divisions voisines par une articulation déliée et parfois assez longue. Quelquefois cette bande longue et sinueuse, rappelant les nucléus de quelques Infusoires (*Stentor, Spirostomum*), se fend en deux bandes. Finalement, les grains ou articulations du chapelet se séparent, et, au lieu d'un nucléolus,

---

(1) C. Merejkowsky, *Studies on Hydroida* (*Annals and Magaz. of natural History*, série 5, t. I, p. 254, *Pl. XIII, fig.* 9-14; 1878).

il se forme au centre du noyau tout un groupe de plusieurs dizaines de petites boules rondes, qui s'assemblent en une sphère disposée à quelque distance des parois du noyau. Ensuite ces boules continuent pour quelque temps à se diviser et deviennent ainsi de plus en plus menues, en même temps que leur nombre atteint plusieurs centaines. Durant tout le temps que ces phénomènes se produisent, l'œuf grandit et atteint son diamètre définitif, qui surpasse près de vingt fois celui de la cellule endodermique ayant donné origine à l'œuf.

» L'aspect définitif de l'œuf parfaitement mûr avant la fécondation présente l'aspect d'une sphère de protoplasma granuleux avec un noyau central et parfaitement *uniforme*, n'ayant plus les moindres traces d'un nucléolus, quel qu'il soit. Les quelques centaines de grains en lesquels le noyau s'est divisé se sont dissous dans le protoplasma du noyau.

» *Résumé.* — 1° Les œufs de l'Eucope se développent des cellules endodermiques.

» 2° Le nucléolus prend la forme d'un chapelet contourné sur lui-même; les grains du chapelet deviennent isolés et continuent à se diviser.

» 3° L'œuf mûr avant la fécondation n'a plus les moindres traces d'un nucléolus dans son noyau, qui est entièrement homogène. »

MÉDECINE. — *Sur les analogies qui semblent exister entre le choléra des poules et la maladie du sommeil (nelavan).* Note de M. TALMY, présentée par M. Pasteur [1].

« Les symptômes du choléra des poules, maladie sur laquelle les récentes investigations de M. Pasteur ont porté une lumière complète, ont tellement d'analogie avec ceux de la *maladie du sommeil*, qu'en lisant les récentes Communications du savant académicien (*Comptes rendus*, séance du 9 février 1880) je me suis demandé si cette dernière affection ne devait pas être rattachée à la même cause.

» La maladie du sommeil, affection rare, qui n'a été rencontrée jusqu'ici que sur les Nègres de la côte occidentale d'Afrique, a d'abord été signalée par les médecins anglais (1819), mais n'a été exactement observée et décrite que

[1] Voir une description du *nelavan* au Sénégal dans une Lettre du P. Bosch, de la mission de Saint-Joseph à Nyazobil, par Dokar, au Sénégal, dans la *Médecine des ferments* du Dr Déclat (n° 10, 1876). (*Note ajoutée par M. Pasteur*).

beaucoup plus tard (années 1862 et suiv.) par les médecins de la marine française Dangaix, Nicolas, Guérin, et tout récemment par Corre.

» Dans les deux maladies il n'y a, on peut le dire, qu'un seul symptôme, le sommeil, un sommeil invincible se terminant fatalement par la mort. Pour rendre le rapprochement plus frappant, je citerai textuellement.

» M. Pasteur, *Choléra des poules* (*loc. cit.*) :

« L'animal est sans forces, chancelant, les ailes tombantes; une somnolence invincible l'accable; si on l'oblige à ouvrir les yeux, il paraît sortir d'un profond sommeil, et bientôt les paupières se referment; et le plus souvent la mort arrive sans que l'animal ait changé de place, après une muette agonie; c'est à peine si quelquefois il agite les ailes pendant quelques secondes. »

» Ad. Nicolas, *Maladie du sommeil* (*Gaz. hebdom.*, 1861) :

« Le malade tient les paupières à demi fermées, comme s'il ne pouvait plus les relever entièrement; il est pris à divers moments d'un besoin impérieux de dormir.... Plus tard le malade dort continuellement; il faut l'éveiller pour le faire manger, ce qu'il paraît toujours faire avec plaisir si on l'éveille suffisamment. A ce moment les malades dorment dans les positions les plus diverses et les plus pénibles en apparence, mais dont aucune n'exige d'efforts musculaires; toujours le corps repose en entier sur le sol; ils s'éteignent ainsi progressivement, sans douleur, et sans qu'on puisse saisir le passage du sommeil à la mort. »

» Les premières descriptions de la maladie du sommeil, quoique portant cependant le cachet de l'observation la plus exacte, n'ont pas noté l'engorgement ganglionnaire du cou, que je vois signalé pour la première fois par M'Carthy (1873), puis par Gore (1875), et enfin par Corre (1877). D'après le premier, ce phénomène serait constant et très prononcé. M'Carthy est le seul auteur qui ait signalé l'ablation desdits ganglions comme étant pratiquée par les Nègres pour guérir la maladie. Ce fait vient de m'être confirmé par mon collègue le Dr Frison, qui aurait rencontré à Gorée des malades complètement guéris et portant au cou les traces de l'opération qu'ils avaient subie. Gore parle de l'engorgement ganglionnaire comme existant parfois seulement. Enfin notre collègue et ami le Dr Corre en parle d'autant plus longuement, qu'il serait même parti de ce fait pour attribuer à la maladie une origine scrofuleuse. Cependant il reconnaît lui-même que ce symptôme n'est pas constant; de plus, dans l'immense majorité des cas, l'engorgement ne dépassait pas, dit-il, le volume d'une lentille ou d'un haricot.

» La guérison à la suite de l'ablation des ganglions est compatible avec l'existence d'une maladie virulente, car nous savons que beaucoup de celles-ci commencent ordinairement par se localiser dans les ganglions

(expériences de Chauveau, Raynaud, etc.) d'où elles se répandraient dans le reste de l'économie.

» Cependant on peut faire une objection très sérieuse tirée de la durée de la maladie : chez la poule l'affection, même celle dite *atténuée* par M. Pasteur, paraît assez courte (l'éminent investigateur n'en fait pas connaître la durée exacte). La maladie du sommeil aurait chez l'homme une durée beaucoup plus longue : trois à quatre mois au plus (Dangaix), cinq mois à un an (Ad. Nicolas), trois mois à un an (Guérin), quelques mois à un an ou deux (Corre).

» Mais cette comparaison absolue n'est pas exacte. M. Pasteur nous dit lui-même que l'inoculation chez le cochon d'Inde est difficile; elle peut l'être encore davantage chez l'homme, partant la maladie évoluer beaucoup plus lentement; de plus, dans les expériences de M. Pasteur, il n'est question que d'inoculation, du moins chez les Mammifères. Il y aurait lieu de voir si l'alimentation à l'aide de poulets malades ne pourrait pas donner une autre forme à la maladie. Mais, dira-t-on, la forme atténuée du choléra des poules est toujours bénigne, d'après M. Pasteur, tandis que la maladie du sommeil, qui serait alors une forme lente et atténuée, est toujours mortelle : lente, oui; mais rien n'autorise à regarder la maladie du sommeil comme une forme atténuée. Qui nous dit qu'une alimentation composée de poulets infectés, ayant subi une cuisson plus ou moins complète, continuée pendant plusieurs jours, plusieurs semaines peut-être, ne créera pas chez des Mammifères une forme très lente, quoique mortelle? C'est là un point à expérimenter.

» Le D[r] Corre, observateur aussi consciencieux qu'habile, énumère en outre dans son travail un certain nombre de faits qui, convenablement interprétés, me semblent appuyer la thèse que je soutiens. Je vais les citer brièvement :

» Page 296 (*Arch. de Méd. nav.*, 1877), il dit que :

« Il n'est pas rare de voir dans les villages Sérères les animaux de basse-cour périr dans les convulsions : or le nélavane (nom de la maladie du sommeil au Sénégal) s'observe surtout dans cette partie de la Sénégambie. »

» Plus loin, page 333 :

« Des esprits forts, dit-il, et il y en a partout, m'ont raconté que le nélavane atteignait les individus qui mangeaient les poulets à gros cou ou les poissons ayant les ouïes gonflées, habitées sans doute par un anilocre. »

» La place me manque pour faire voir, d'après Corre et quelques autres,

la nature contagieuse de la maladie à peine soupçonnée ou mise en lumière jusqu'à présent.

« La maladie du sommeil n'existe que chez les Nègres ou chez les Mulâtres vivant de la vie des Noirs. » (CHASSANIOL.)

» En résumé :

» I. La maladie du sommeil qui règne chez les Noirs de la côte occidentale d'Afrique pourrait bien être une affection virulente ([1]).

» II. La maladie du sommeil offre de frappantes analogies avec la maladie étudiée par Moritz, Perroncito et Toussaint, complètement élucidée par M. Pasteur, et qui porte le nom de *choléra des poules*.

» III. A l'avenir, les médecins qui se trouveront en présence de cas de maladie du sommeil soit à bord, soit à la côte d'Afrique ou dans nos colonies à Nègres, ne devront pas négliger de s'enquérir de l'état de santé des poulets qui pourraient être consommés ou bien exister dans le voisinage. Cette étude devra être dirigée au point de vue de la recherche soit du choléra des poules, soit de la diphtérie des volailles, soit de toute autre affection des gallinacés.

» IV. Au Sénégal, il sera également utile d'étudier les affections dont les chevaux et les ânes peuvent être atteints, là surtout où règne la maladie du sommeil dite *nélavane*. La même attention devra se porter sur les poissons de ce pays dont les ouïes offriraient quelque particularité du genre de celle signalée par le Dr Corre.

» V. Il sera intéressant d'étudier l'affection papulo-vésiculeuse du nélavane au Sénégal et de tenter son inoculation sur des poules ou tous autres animaux. »

M. **DAUBRÉE** appelle l'attention sur la Carte géologique du canton de Genève, en quatre feuilles, au $\frac{1}{25000}$, et sur le texte explicatif, en deux Volumes, qui l'accompagne. Après une étude de l'histoire de la Terre, qui forme une introduction de l'Ouvrage, M. Alph. Favre donne une description précise des terrains dont se compose le sol du canton. La mollasse, l'alluvion ancienne, le terrain glaciaire, le terrain post-glaciaire et le terrain moderne y sont successivement passés en revue. Puis vient une description détaillée des diverses parties du canton, avec une série de coupes.

([1]) Voir à ce sujet la Note du P. Bosch qui parle de la transmission de la maladie par la salive, etc. (*Note ajoutée par M. Pasteur.*)

Des faits nombreux concernant l'homme préhistorique y sont signalés. L'intérêt de cet Ouvrage ne concerne pas seulement la Géologie, mais aussi les applications de cette science à l'Agriculture.

M. Daubrée, en présentant, de la part de M. *Demangé*, des Tables synoptiques manuscrites destinées à faire voir la répartition quotidienne et mensuelle des chutes de météorites, ajoute les observations suivantes :

« L'auteur croit reconnaître un maximum au mois de mai.

» Ce travail, fondé sur le rapprochement de quatre cent quarante et une chutes, en fait intervenir un certain nombre qui sont trop anciennes pour que leur date soit certaine.

» Cependant, quand on fait un relevé de deux cent huit chutes conservées au Muséum, dont la date est bien authentique, on trouve en effet un maximum très accentué pour le mois de mai, qui, à lui seul, comprend vingt-cinq chutes.

» Mais, le plus grand nombre des chutes restant évidemment inaperçues, les statistiques que nous pouvons établir sont extrêmement incomplètes, et il serait téméraire d'en tirer des conséquences générales. »

M. J. Landerer soumet à l'Académie, par l'entremise de M. Daubrée, sous le titre de *Géologie lunaire*, un travail dans lequel il cherche à déterminer la nature lithologique de notre satellite.

« L'auteur, dit M. Daubrée, croit pouvoir conclure de la densité de la Lune et de l'angle sous lequel elle polarise la lumière du Soleil que les matériaux de la surface sont analogues à une roche silicatée, telle que la minette du Morvan. »

M. Ch. Rabache adresse une Note sur le nombre d'unités de chaleur qu'il faut au blé pour arriver à maturité.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 AVRIL 1880.

Description géologique du canton de Genève, par AL. FAVRE, *pour servir à l'explication de la Carte géologique du même auteur, suivie d'analyses et de considérations agricoles, par* E. RISLER. Genève, Cherbulliez et Cie, 1880; 2 vol. in-8°, avec 4 cartes.

Quelle est la vertu de l'opium? par G. PÉCHOLIER. Paris, Asselin; Montpellier, Coulet, 1880; br. in-8°. (Présenté par M. Bouillaud.)

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; collection in-8°, t. V, 4e fascicule. Bruxelles, H. Manceaux, 1880; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, 1880, mars. Paris, Dunod, 1880; in-8°.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Direction de l'Agriculture. Commission supérieure du Phylloxera. Session de 1879. *Compte rendu et pièces annexes. Loi, décrets et arrêtés relatifs au Phylloxera.* Paris, Impr. nationale, 1880; in-8°.

Conchyliologie fluviatile de la province de Nan-King et de la Chine centrale; par le R. P. HEUDE. VIe fascicule. Paris, F. Savy, 1880; in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Mémoires concernant l'histoire naturelle de l'Empire chinois; par des Pères de la Compagnie de Jésus. Premier cahier, avec 12 planches. Chang-Haï, impr. de la Mission catholique, 1880; in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Étude sur le maïs (Zea maïs). *Acide maïzénique; par le* Dr J.-Z.-F. VAUTHIER. Bruxelles, Alliance typographique, 1880; br. in-8°.

Association française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Montpellier, 1879. Ire et IIe sections : *Discours d'ouverture et notice historique sur les travaux mathématiques de l'Association de* 1876 *à* 1878; *par* C.-A. LAISANT. Paris, impr. Chaix, 1880; in-8°.

Des troubles oculaires dans les maladies de l'encéphale; par le Dr A. ROBIN. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1880; in-8°. (Présenté par M. Bouley.) (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1880.)

Traité de théorie musicale; par CH. MOYROUD. Paris, Berger-Levrault, 1880; in-4°.

BARTHAUD. *Note sur une mire parlante à pied et à divisions millimétriques.* Sarlat, impr. Michelet, sans date; br. in-8°.

Exposé fait à la séance officielle de la Société d'Agriculture de l'Hérault, le 5 janvier 1880, relativement à un procédé pour faire vivre les vignes françaises malgré le Phylloxera; par B. PAGÈS. Béziers, impr. Granié et Malinas, 1880; br. in-8°.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen : Afdeeling Natuurkunde, XIX deel; *Afdeeling Letterkunde,* XII deel. Amsterdam, J. Müller, 1879; 2 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 19 avril 1880.)

Page 912, ligne 13, *au lieu de* 13° 1′32″,7 *lisez* 13° 4′19″,7.
» ligne 14, *au lieu de* 14°39′28″,3 *lisez* 14°37′40″,9.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 MAI 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur des transcendantes qui jouent un rôle fondamental dans la théorie des perturbations planétaires;* par M. F. **Tisserand**.

« I. Je pars du développement connu

$$(1)\qquad \frac{1}{\sqrt{1+\alpha^2-2\alpha\cos\theta}}=\frac{1}{2}b^{(0)}+b^{(1)}\cos\theta+b^{(2)}\cos 2\theta+\ldots+b^{(k)}\cos k\theta+\ldots,$$

où α désigne une quantité réelle comprise entre 0 et 1; on a

$$(2)\qquad b^{(k)}=\frac{1}{\pi}\int_0^\pi\frac{\cos k\theta}{\sqrt{1+\alpha^2-2\alpha\cos\theta}}d\theta.$$

» Les transcendantes dont je vais m'occuper sont définies par la relation

$$(3)\qquad B_n^{(k)}=\frac{1}{1.2\ldots n}\alpha^n\frac{d^n b^{(k)}}{d\alpha^n};$$

elles interviennent, sous forme linéaire, dans la partie constante et dans

les coefficients des divers termes périodiques de la fonction perturbatrice.

» On trouvera les valeurs numériques de ces transcendantes $B_n^{(k)}$ dans les *Annales de l'Observatoire de Paris*, où Le Verrier les a calculées pour les diverses combinaisons que l'on obtient en prenant les planètes deux à deux. En considérant ces valeurs numériques, on remarque que, dans le cas de Jupiter et de Saturne, $B_n^{(0)}$, $B_n^{(1)}$ et $B_n^{(2)}$ vont en diminuant quand n varie de 1 à 5, et que ces transcendantes augmentent pour $n = 6$ et $n = 7$; $B_n^{(3)}$ commence à augmenter seulement pour $n = 7$; ici, le rapport α est égal à 0,545.

» Pour Vénus et Mars, $\alpha = 0,475$; $B_n^{(k)}$ va toujours en diminuant.

» J'ai été ainsi amené à penser que, k restant fixe et n augmentant indéfiniment, la fonction $B_n^{(k)}$ de α croît indéfiniment quand α est supérieur à $\frac{1}{2}$, et qu'au contraire elle tend vers zéro quand α est inférieur à $\frac{1}{2}$. Le but du travail actuel est principalement la démonstration de ce théorème, qui me semble très important; il en résulte, en effet, que la convergence des séries relativement aux excentricités sera de beaucoup diminuée pour $\alpha > \frac{1}{2}$, qu'elle sera augmentée au contraire pour $\alpha < \frac{1}{2}$; dans le premier de ces cas, des inégalités d'un ordre très élevé relativement aux excentricités pourront ainsi arriver à être très sensibles.

» II. Je pars de l'expression connue

$$(4)\left\{\begin{aligned} b^{(k)} = 2\,\frac{1.3\ldots(2k-1)}{2.4\ldots 2k}\Big[\alpha^k &+ \frac{1}{2}\,\frac{2k+1}{2k+2}\,\alpha^{k+2} + \ldots \\ &+ \frac{1.3\ldots(2i-1)}{2.4\ldots 2i}\,\frac{1.3\ldots(2k+2i-1)}{2.4\ldots(2k+2i)}\,\alpha^{k+2i}\Big] + \ldots \end{aligned}\right.$$

J'en tire l'expression analytique de $\frac{d^n b^{(k)}}{d\alpha^n}$, et, comme je m'occupe principalement de ce qui arrive quand n est très grand, je supposerai $n > k$; il y aura lieu de considérer deux cas, suivant que $n-k$ sera pair ou impair. En tenant compte de (3) et (4), je trouve :

» 1° Pour $n-k$ pair,

$$(5)\left\{\begin{aligned} &B_n^{(k)} = 2\,\frac{1.3\ldots(n-k-1)}{2.4\ldots(n-k)}\,\frac{1.3\ldots(n+k-1)}{2.4\ldots(n+k)}\,\alpha^n\Phi_n^{(k)}, \\ &\text{où} \\ &\Phi_n^{(k)} = 1 + \frac{(n+1)^2-k^2}{(n+2)^2-k^2}\,\frac{(n+1)(n+2)}{1.2}\,\alpha^2 \\ &\qquad + \frac{(n+1)^2-k^2}{(n+2)^2-k^2}\,\frac{(n+3)^2-k^2}{(n+4)^2-k^2}\,\frac{(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)}{1.2.3.4}\,\alpha^4 + \ldots; \end{aligned}\right.$$

» 2° Pour $n-k$ impair,

$$(6)\quad \begin{cases} B_n^{(k)} = 2\dfrac{1.3\ldots(n-k)}{2.4\ldots(n-k+1)}\dfrac{1.3\ldots(n+k)}{2.4\ldots(n+k+1)}\alpha^n \Phi_n^{(k)}, \\ \text{où} \\ \Phi_n^{(k)} = \dfrac{n+1}{1}\alpha + \dfrac{(n+2)^2-k^2}{(n+3)^2-k^2}\dfrac{(n+1)(n+2)(n+3)}{1.2.3}\alpha^3 \\ \qquad + \dfrac{(n+2)^2-k^2}{(n+3)^2-k^2}\dfrac{(n+4)^2-k^2}{(n+5)^2-k^2}\dfrac{(n+1)\ldots(n+5)}{1\ldots5}\alpha^5 + \ldots. \end{cases}$$

» On reconnaît dans les deux expressions ci-dessus de $\Phi_n^{(k)}$ des coefficients que l'on rencontre dans le développement du polynôme X_p de Legendre, où la variable est $x = \cos\theta$, ce développement procédant suivant les cosinus des multiples de θ.

» C'est qu'en effet on aurait pu remplacer le développement (1) par le suivant,

$$\frac{1}{\sqrt{1+\alpha^2-2\alpha\cos\theta}} = 1 + \alpha X_1 + \alpha^2 X_2 + \ldots,$$

et l'on en aurait déduit aisément que notre transcendante $B_n^{(k)}$ est le coefficient de $\cos k\theta$ dans le développement de l'expression

$$\alpha^n X_n + \frac{n+1}{1}\alpha^{n+1} X_{n+1} + \frac{(n+1)(n+2)}{1.2}\alpha^{n+2} X_{n+2} + \ldots.$$

» En remplaçant dans cette expression les fonctions de Legendre par leurs développements connus suivant les cosinus des multiples de θ, on retombe sur les formules (5) et (6).

» III. Je vais faire connaître deux limites comprenant la transcendante $B_n^{(k)}$. Je suppose d'abord $n-k$ pair; je tire de (5)

$$\Phi_n^{(k)} < 1 + \frac{(n+1)(n+2)}{1.2}\alpha^2 + \frac{(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)}{1.2.3.4}\alpha^4 + \ldots$$

ou bien

$$2\Phi_n^{(k)} < (1-\alpha)^{-n-1} + (1+\alpha)^{-n-1};$$

il en résulte cette inégalité

$$(7)\quad B_n^{(k)} < \frac{1.3\ldots(n-k-1)}{2.4\ldots(n-k)}\frac{1.3\ldots(n+k-1)}{2.4\ldots(n+k)}\frac{1}{\alpha}\left[\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{n+1} + \left(\frac{\alpha}{1+\alpha}\right)^{n+1}\right].$$

» En partant des mêmes formules (5) et tenant compte des inégalités suivantes,

$$\frac{(n+3)^2-k^2}{(n+4)^2-k^2} > \frac{(n+1)^2-k^2}{(n+2)^2-k^2},$$
$$\frac{(n+5)^2-k^2}{(n+6)^2-k^2} > \frac{(n+3)^2-k^2}{(n+4)^2-k^2},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

je trouve

$$\Phi_n^{(k)} > 1 + \frac{(n+1)^2 - k^2}{(n+2)^2 - k^2} \frac{(n+1)(n+2)}{1.2} \alpha^2 + \left[\frac{(n+1)^2 - k^2}{(n+2)^2 - k^2}\right]^2 \frac{(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)}{1.2.3.4} \alpha^4 + \ldots$$

ou bien

$$2\Phi_n^{(k)} > (1-\beta)^{-n-1} + (1+\beta)^{-n-1},$$

en faisant, pour abréger,

$$(8) \qquad \beta = \alpha \sqrt{\frac{(n+1)^2 - k^2}{(n+2)^2 - k^2}};$$

il en résulte l'inégalité suivante :

$$(9) \quad B_n^{(k)} > \frac{1.3\ldots(n-k-1)}{2.4\ldots(n-k)} \frac{1.3\ldots(n+k-1)}{2.4\ldots(n+k)} \frac{1}{\alpha}\left[\left(\frac{\alpha}{1-\beta}\right)^{n+1} + \left(\frac{\alpha}{1+\beta}\right)^{n+1}\right].$$

» Je trouverai de même, en partant de (6), dans le cas où $n-k$ est impair, les deux limites ci-dessous,

$$(10) \quad B_n^{(k)} < \frac{1.3\ldots(n-k)}{2.4\ldots(n-k+1)} \frac{1.3\ldots(n+k)}{2.4\ldots(n+k+1)} \frac{1}{\alpha}\left[\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{n+1} - \left(\frac{\alpha}{1+\alpha}\right)^{n+1}\right],$$

$$(11) \quad \left\{ \begin{array}{l} B_n^{(k)} > \dfrac{1.3\ldots(n-k)}{2.4\ldots(n-k+1)} \dfrac{1.3\ldots(n+k)}{2.4\ldots(n+k+1)} \sqrt{\dfrac{(n+3)^2 - k^2}{(n+2)^2 - k^2}} \dfrac{1}{\alpha} \\ \qquad \times \left[\left(\dfrac{\alpha}{1-\beta'}\right)^{n+1} - \left(\dfrac{\alpha}{1+\beta'}\right)^{n+1}\right], \end{array} \right.$$

β' étant défini par l'équation

$$(12) \qquad \beta' = \alpha \sqrt{\frac{(n+2)^2 - k^2}{(n+3)^2 - k^2}}.$$

» Ces formules deviennent plus simples pour $k = 0$; on a alors :

» 1° Pour n pair,

$$B_n^{(0)} < \left[\frac{1.3\ldots(n-1)}{2.4\ldots n}\right]^2 \frac{1}{\alpha}\left[\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{n+1} + \left(\frac{\alpha}{1+\alpha}\right)^{n+1}\right],$$

$$B_n^{(0)} > \left[\frac{1.3\ldots(n-1)}{2.4\ldots n}\right]^2 \frac{1}{\alpha}\left[\left(\frac{\alpha}{1-\beta}\right)^{n+1} + \left(\frac{\alpha}{1+\beta}\right)^{n+1}\right],$$

avec

$$\beta = \frac{n+1}{n+2}\alpha;$$

» 2° Pour n impair,

$$B_n^{(0)} < \left[\frac{1.3\ldots n}{2.4\ldots(n+1)}\right]^2 \frac{1}{\alpha}\left[\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{n+1} - \left(\frac{\alpha}{1+\alpha}\right)^{n+1}\right],$$

$$B_n^{(0)} > \left[\frac{1.3\ldots n}{2.4\ldots(n+1)}\right]^2 \frac{1}{\alpha}\left[\left(\frac{\alpha}{1-\beta'}\right)^{n+1} - \left(\frac{\alpha}{1+\beta'}\right)^{n+1}\right],$$

avec

$$\beta' = \frac{n+2}{n+3}\alpha.$$

» Je fais une application numérique des formules ci-dessus.

» Pour Mercure et la Terre, $\log\alpha = \bar{1},587822$; je trouve

$$0,006 < B_6^{(0)} < 0,010;$$

la vraie valeur est 0,006.

» Pour Vesta et Jupiter, $\log\alpha = \bar{1},656948$; il vient

$$0,030 < B_6^{(0)} < 0,059;$$

la valeur exacte est 0,033.

» Enfin pour Vénus et Mars, $\log\alpha = \bar{1},676441$; on a

$$0,043 < B_6^{(0)} < 0,101;$$

la vraie valeur est 0,055.

» IV. Je vais prouver maintenant que $B_n^{(k)}$ tend vers zéro, quand n tend vers l'infini, si α est inférieur ou égal à $\frac{1}{2}$.

» Pour de grandes valeurs de n, le produit

$$\frac{1.3\ldots(n-k-1)}{2.4\ldots(n-k)}\,\frac{1.3\ldots(n+k-1)}{2.4\ldots(n+k)}$$

peut être mis sous la forme

$$\frac{2}{\pi\sqrt{n^2-k^2}}\left(1+\frac{h}{n}\right),$$

où h est une quantité qui reste finie quand n croît indéfiniment.

» La formule (7) pourra donc s'écrire

$$B_n^{(k)} < \frac{2}{\alpha\pi\sqrt{n^2-k^2}}\left(1+\frac{h}{n}\right)\left[\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{n+1}+\left(\frac{\alpha}{1+\alpha}\right)^{n+1}\right];$$

si α est inférieur à $\frac{1}{2}$, $\frac{\alpha}{1-\alpha}$ sera plus petit que 1; $\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{n+1}$ et $\left(\frac{\alpha}{1+\alpha}\right)^{n+1}$ auront pour limite zéro; donc $B_n^{(k)}$ tend bien vers zéro; il en est de même pour $\alpha = \frac{1}{2}$, car on a, dans ce cas,

$$B_n^{(k)} < \frac{4}{\pi\sqrt{n^2-k^2}}\left(1+\frac{h}{n}\right)\left(1+\frac{1}{3^{n+1}}\right),$$

et le second membre tend bien encore vers zéro, avec $\frac{1}{n}$.

» Je considère ensuite le cas de $\alpha > \frac{1}{2}$.

» La formule (9) nous donnera

$$B_n^{(k)} > \frac{2}{n\alpha\pi}\left(1+\frac{h}{n}\right)\left[\frac{\alpha}{1-\alpha\sqrt{\frac{(n+1)^2-k^2}{(n+2)^2-k^2}}}\right]^{n+1};$$

pour les valeurs de n vérifiant l'inégalité

$$(12) \qquad 2(n+1) > k^2 + \sqrt{(k^2-1)^2+1},$$

on aura, comme on s'en assure aisément,

$$\sqrt{\frac{(n+1)^2-k^2}{(n+2)^2-k^2}} > 1 - \frac{1}{n+1},$$

$$\left[\frac{\alpha}{1-\alpha\sqrt{\frac{(n+1)^2-k^2}{(n+2)^2-k^2}}}\right]^{n+1} > \left[\frac{\alpha}{1-\alpha\left(1-\frac{1}{n+1}\right)}\right]^{n+1};$$

le second membre de cette inégalité devient, en posant $\frac{\alpha}{1-\alpha} = a$,

$$\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{n+1} \frac{1}{\left(1+\frac{a}{n+1}\right)^{n+1}}.$$

On aura donc, pour toutes les valeurs de n vérifiant l'inégalité (12),

$$B_n^{(k)} > \frac{2}{n\alpha\pi}\left(1+\frac{h}{n}\right)\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{n+1} \frac{1}{\left(1+\frac{a}{n+1}\right)^{n+1}}.$$

$\left(1+\frac{a}{n+1}\right)^{n+1}$ croît constamment avec n et est égal à e^a pour n infini; on a donc

$$\left(1+\frac{a}{n+1}\right)^{n+1} < e^a,$$

et il en résulte

$$B_n^{(k)} > \frac{2}{\alpha\pi}\left(1+\frac{h}{n}\right)e^{-\frac{\alpha}{1-\alpha}}\frac{1}{n}\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{n+1}.$$

Pour $\alpha > \frac{1}{2}$, $\frac{1}{n}\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{n+1}$ tend vers l'infini en même temps que n; donc $B_n^{(k)}$ tend lui-même vers l'infini. »

CHIMIE. — *Sur les gaz retenus par occlusion dans l'aluminium et le magnésium;* par M. **Dumas**.

« J'ai eu déjà l'honneur de communiquer à l'Académie des observations concernant le pouvoir que possède l'argent d'emprisonner à l'état liquide, à une haute température, des quantités considérables de gaz oxygène et d'en conserver une portion très notable après sa solidification, pendant un temps probablement très long et peut-être indéfiniment.

» Des recherches analogues, poursuivies non seulement sur des métaux, mais sur divers corps composés fusibles, m'ont conduit à des résultats que je me propose de réunir dans un travail d'ensemble. Mais, en attendant que j'aie pu le conduire à son terme, il m'a paru de quelque utilité pour la science d'en détacher certaines parties de nature à intéresser des questions actuellement en cours d'étude.

» En soumettant l'aluminium, dans le vide, à l'action d'une température qu'on élève successivement jusqu'au degré convenable pour déterminer le ramollissement de la porcelaine, et en faisant agir sur la cornue qui contient le métal la trompe à mercure jusqu'à complet épuisement, on en retire des quantités considérables de gaz. La séparation du gaz et du métal semble même s'opérer tout à coup vers le rouge blanc, à en juger par la baisse brusque du baromètre qui fait partie de l'appareil d'épuisement. Si l'opération exige ensuite quelques heures pour l'amener à son terme, c'est que la soustraction, par l'action de la trompe, du gaz répandu dans l'espace vide de l'appareil est nécessairement très lente.

» J'admets donc que l'aluminium chauffé dans le vide au degré de la fusion du cuivre ou de l'argent abandonne des gaz et probablement la totalité des gaz qui se trouvaient renfermés par occlusion dans le métal. La quantité de gaz ainsi dégagée peut dépasser le volume du métal.

» 200^{gr} d'aluminium, représentant 80^{cc}, ont donné $89^{cc},5$ de gaz à la température de $17°$ et sous la pression de 755^{mm}.

» Ce gaz renfermait :

Acide carbonique	1,5
Hydrogène	88,0
	89,5

» On peut dire que c'était de l'hydrogène pur. Il n'était accompagné ni

d'oxyde de carbone, ni d'azote, ni d'oxygène. L'absence de ce dernier gaz pouvait être prévue; mais, dans l'étude de ces phénomènes exceptionnels, tout est à constater.

» L'aluminium qu'on fait intervenir dans la construction des appareils délicats destinés à l'étude des gaz amenés à des pressions extraordinairement faibles pourrait donc fournir de l'hydrogène, dans le cas où l'on ne l'aurait pas débarrassé de ce gaz par des opérations préalables de purification, c'est-à-dire, par l'exposition dans le vide à l'action d'une température élevée.

» Je ferai connaître plus tard les changements que le métal éprouve en perdant cet hydrogène, sous le rapport de ses qualités physiques.

» Le magnésium, chauffé dans une cornue de porcelaine où l'on avait fait le vide, présente des phénomènes analogues : à une température voisine du rouge blanc, un dégagement brusque de gaz s'effectue, et, si l'on continue à faire agir la trompe pour opérer l'extraction du gaz produit, on voit paraître, peu à peu, des stalactites dans le col de la cornue, qui finiraient par l'obstruer si l'on opérait sur des quantités suffisamment considérables.

» A poids égal, le magnésium m'a donné un volume de gaz double de celui que m'a fourni l'aluminium. Mais le magnésium, qui est plus léger que l'aluminium, a dégagé seulement une fois et demie son volume de gaz. 40^{gr} de ce métal représentant 23^{cc} en ont fourni, en effet, 32^{cc} environ.

» 20^{gr} de magnésium ont donné :

Hydrogène	$12^{cc},3$
Oxyde de carbone	$4^{cc},1$
Total	$16^{cc},4$

» 40^{gr} de magnésium d'une autre préparation ont donné à $15°$ et 757^{mm} :

Hydrogène	$28^{cc},1$
Oxyde de carbone	$1^{cc},9$
Acide carbonique	$1^{cc},5$
Total	$31^{cc},5$

» Pour ce métal, le gaz renfermé par occlusion consistait encore essentiellement en hydrogène, mais il était accompagné, comme on voit, d'oxyde de carbone, en quantité plus ou moins notable et variant sans doute avec les circonstances de la préparation du métal.

» J'ai fait remarquer que, pendant l'opération, on voyait apparaître des stalactites dans le col de la cornue; elles sont produites par la condensation du métal volatilisé. Lorsqu'on brise la cornue après le refroidisse-

ment, on constate, en effet, que la totalité du magnésium est venue se condenser à la voûte de la cornue vers son col, ou même dans une partie de la longueur de celui-ci.

» Le magnésium ainsi volatilisé cristallise en se condensant, et les cristaux, doués d'un grand éclat et d'un blanc d'argent, peuvent acquérir des dimensions suffisantes pour permettre des mesures précises.

» La pureté du magnésium sublimé dans ces conditions me paraît offrir toutes les garanties nécessaires pour la détermination de l'équivalent de ce métal, qui reste encore environnée de quelques doutes.

» D'ailleurs, la volatilité du magnésium permettant de le transformer complètement en vapeurs dans un espace vide d'air, il devient possible de déterminer directement la densité de la vapeur de ce métal, en faisant usage des procédés auxquels M. Troost a eu si utilement recours pour les substances qui n'entrent en ébullition qu'à de hautes températures, et je lui laisse volontiers ce soin.

» Je ne crois donc pas sans intérêt de signaler ce procédé de purification du magnésium, qui permet de le débarrasser de toutes les substances, soit fixes, soit gazeuses qui l'accompagnent dans les circonstances ordinaires.

» Tandis que l'argent emprisonne de l'oxygène, c'est surtout à l'hydrogène que s'adressent l'aluminium et le magnésium. Mais nous verrons par la suite que d'autres gaz peuvent être préférés par d'autres métaux et que d'autres substances non métalliques se comportent de la même manière qu'eux, ou du moins qu'elles abandonnent comme eux, à une haute température et dans le vide, des gaz qu'elles semblent avoir emprisonnés mécaniquement.

» Il est probable que la force en vertu de laquelle les gaz dont il s'agit sont coërcés avec tant d'énergie et pour une si longue durée dans les métaux, ou autres corps, se rapproche néanmoins beaucoup de celle en vertu de laquelle, comme il résulte des intéressantes expériences de M. L. Varenne, le bioxyde d'azote adhère pour un temps plus court à la surface du fer passif.

» Mais, avant de se former une opinion sur ces questions délicates, il convient de multiplier les épreuves et d'attendre qu'elles aient permis, par leur comparaison, d'arriver à des conclusions certaines. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le* choléra des poules; *étude des conditions de la non-récidive de la maladie et de quelques autres de ses caractères* (¹); par M. L. **Pasteur.**

« Au sujet des propriétés des extraits de culture artificielle du microbe du choléra des poules, une question se présente. Nous avons démontré que ces extraits ne renferment pas de substances capables d'empêcher la culture du microbe. Mais n'en contiendraient-ils pas qui seraient propres à *vacciner* les poules? J'ai préparé une culture dont le volume n'était pas moindre que 120^{cc}. Filtrée et évaporée à froid, toujours par des manipulations incapables d'altérer sa pureté, cette culture a laissé un extrait qui a été redissous par 2^{cc} d'eau pure qu'on a injectés ensuite en totalité sous la peau d'une poule neuve. Quelques jours après, la poule, inoculée par un virus très virulent, a pris le choléra et est morte dans les conditions ordinaires des poules *non vaccinées*.

» Ce genre d'expériences conduit à une observation aussi nouvelle que curieuse sous le rapport pathologique.

» Lorsqu'on injecte sous la peau d'une poule neuve en très bonne santé l'extrait d'une culture filtrée du microbe, correspondant à un développement très abondant du parasite, la poule, après un désordre nerveux qui se dissipe en un quart d'heure et souvent se manifeste simplement par une respiration un peu haletante et un mouvement du bec qui s'ouvre et se referme à courts intervalles, la poule, dis-je, prend la forme en boule, reste immobile, refuse de manger et éprouve une tendance au sommeil des plus prononcées, comme dans le cas de maladie par inoculation du microbe. La seule différence consiste en ce que le sommeil est plus léger que dans la maladie réelle : la poule se réveille au moindre bruit. Cette somnolence dure environ quatre heures, après quoi la poule redevient alerte, porte la tête haute, mange et glousse, comme si de rien n'était (²).

(¹) Voir *Comptes rendus*, même Volume, p. 952.

(²) Voici la suite des observations dans une des expériences :

Le 4 mars, à 10^{h}30^{m}, on inocule sous la peau d'une poule neuve l'extrait d'une culture achevée du microbe du choléra des poules, d'un volume de 120^{cc}. Après quelques instants, respiration haletante; la langue s'agite dans le bec ouvert. Au bout d'un quart d'heure environ, se manifeste déjà la tendance au sommeil. Le bec est fermé, la poule calme, immobile, un peu en boule. Elle ferme les yeux, les rouvre au moindre bruit, puis les referme quel-

» J'ai reproduit plusieurs fois cette expérience en observant les mêmes faits, et, comme dans chaque épreuve j'avais eu le soin de vérifier qu'un extrait de bouillon pur qui n'a pas cultivé du microbe ne donne lieu à aucune manifestation analogue, j'ai acquis la conviction que pendant la vie du parasite il se fait un narcotique, et que c'est ce narcotique qui provoque le symptôme morbide si prononcé du sommeil dans la maladie du choléra des poules.

» Par les actes de sa nutrition, le microbe fait la gravité de la maladie et amène la mort. On peut aisément le comprendre. Le microbe, par exemple, est aérobie; il absorbe pendant sa vie de grandes quantités d'oxygène et il brûle beaucoup des principes de son milieu de culture, ce dont il est facile de s'assurer en comparant les extraits du bouillon de poule avant et après la culture du petit organisme. Tout annonce que, cet oxygène nécessaire à sa vie, il le prend aux globules sanguins, à travers les vaisseaux, et la preuve en est que pendant la vie et souvent loin encore des approches de la mort on voit la crête des animaux malades devenir violacée, alors que le microbe n'existe pas encore dans le sang, ou en quantité si faible qu'il échappe à l'observation microscopique. Ce genre d'asphyxie serait un des traits les plus curieux de la maladie qui nous occupe. Quoi qu'il en soit, l'animal meurt par les désordres profonds qu'amène la culture du parasite dans son corps, par la péricardite et autres épanchements séreux, par les altérations dans les organes internes, par l'asphyxie; mais l'acte du sommeil correspond à un produit né pendant la vie du microbe,

---

quefois; la tête s'affaisse par le sommeil. Si on la touche à peine, elle se réveille, devient vive, étonnée, puis bientôt la tendance au sommeil la reprend.

Midi. — Même état; elle refuse de manger. Elle est très somnolente. La tête tombe pendant que les yeux sont fermés; mais toujours le moindre bruit la réveille. Elle a l'attitude des poules malades : un peu en boule et la queue tombante. Je place à côté d'elle, dans une cage voisine, une poule inoculée la veille, déjà bien malade et qui sera morte le lendemain. On ne saurait dire quelle est la plus malade. Cependant la malade de la maladie réelle a le sommeil un peu plus profond.

1h30m. — Toujours endormie, si peu qu'elle soit laissée tranquille. Tête tombante, corps en boule, immobile, ne mangeant pas, mais toujours réveillée par le moindre bruit.

2h. — Même état. Quelquefois elle lève tout à coup la tête, ouvre les yeux, comme si elle sortait d'un rêve.

3h. — Elle reprend de la vivacité. Elle commence à manger. Elle a la tête haute, l'aspect des poules les mieux portantes. Plus de somnolence. Elle fait la toilette de ses plumes. Tout est fini. Rien de particulier dans la soirée et les jours suivants. Santé parfaite. L'effet de l'injection hypodermique a duré environ quatre heures.

agissant sur les centres nerveux. L'indépendance des deux effets dans les symptômes de la maladie est établie encore par cette circonstance que l'extrait d'une culture filtrée du microbe endort les poules vaccinées au *maximum* (1).

» Ces faits provoqueront sans nul doute les méditations des pathologistes.

» Malgré la longueur peut être exagérée déjà de cette lecture, que l'Académie veuille bien me permettre de lui signaler brièvement quelques autres particularités de la maladie du *choléra des poules*. Cette maladie, nous le savons, est terrible et rapidement mortelle, surtout par les suites d'une inoculation directe de son microbe. Il est donc, assurément, fort remarquable qu'elle se présente quelquefois, ainsi que nous allons le constater, à l'état chronique; on voit en effet, dans certains cas, des poules inoculées qui, après avoir été très malades, ne meurent pas et éprouvent, au contraire, comme une guérison relative. Toutefois elles mangent peu, deviennent souvent anémiques, ce que prouve la décoloration de leur crête, maigrissent de plus en plus et finissent par succomber après des semaines et des mois de langueur. Ce fait n'aurait qu'une importance secondaire si dans ces singulières circonstances il n'arrivait, le plus souvent, que le microbe se retrouve dans le corps au moment de la mort, preuve manifeste que le parasite était conservé dans l'animal depuis la dernière inoculation, toujours présent, toujours actif, mais dans une mesure très discrète, puisqu'il n'amène la mort que tardivement. Il se trouve logé sans doute dans quelque *partie vaccinée*, impropre par cela même à une culture facile. Les poules vaccinées, principalement, offrent ce genre de maladie, qui, à vrai dire, n'est pas fréquent. On pourrait croire que dans ces conditions il doit y avoir transformation du virus virulent en virus atténué; ce serait une erreur. Dans les cas dont je parle, la virulence du microbe est tout au contraire exaltée, ce dont on peut s'assurer en le faisant sortir du sang de la poule morte par la voie des cultures et en l'inoculant ensuite à des poules neuves.

» De tels faits aideront à comprendre la possibilité de ces longues incubations de virus, celui de la rage par exemple, qui, après avoir existé longtemps dans le corps, en quelque sorte à l'état latent, manifestent tout à coup leur présence par la virulence la plus accusée et la mort.

---

(1) Cependant je devrai m'efforcer d'isoler le narcotique, rechercher alors si par une dose convenable il ne pourrait provoquer la mort, et voir si, dans ce cas, on aurait les désordres internes habituels de la maladie réelle.

» N'éclaireront-ils pas également la pathologie humaine ?

» Hélas ! combien de fois ne voit-on pas les maladies de l'ordre des maladies virulentes, telles que la rougeole, la scarlatine, la fièvre typhoïde, avoir des suites graves, de très longue durée, souvent inguérissables ! Les circonstances que je viens de mentionner sont de même nature, mais ici nous touchons du doigt leur véritable cause.

» Je finis par la constatation d'une autre particularité qui ne mérite pas à un moindre degré les méditations des hommes de l'art.

» Dans des poules très bien *vaccinées*, très bien portantes, il apparaît quelquefois, sur tel ou tel point du corps, un abcès rempli de pus qui n'amène aucun trouble dans la santé de l'animal. Il est remarquable que cet abcès soit encore dû au microbe du choléra, qui s'y conserve comme dans un vase, ne pouvant se propager, sans nul doute parce que la poule est vaccinée. On peut le retirer du pus de l'abcès par la culture ou par l'inoculation à des poules neuves, qu'il tue après s'être abondamment développé dans la région inoculée, à la manière ordinaire. Ces faits rappellent de tout point les abcès des cochons d'Inde dont j'ai parlé dans ma précédente Communication et en donnent une explication rationnelle. Il est très vraisemblable que les muscles des cobayes cultivant le microbe plus lentement, plus difficilement que ceux des poules, le mal se borne à un abcès et la guérison devient possible.

» Je craindrais d'abuser des moments de l'Académie si je ne bornais là cet exposé. Le sujet est si vaste et si fécond, que je lui demande de vouloir bien me permettre de renvoyer à des lectures prochaines le compte rendu d'autres observations, auxquelles je joindrai celles que je vais de nouveau recueillir.

» On ne donnerait jamais rien au public, a dit Lavoisier, si l'on attendait d'avoir atteint le bout de la carrière qui se présente successivement et qui paraît s'étendre à mesure qu'on avance pour la parcourir.

» Aussi bien, n'est-il pas sans utilité pour moi que les jugements des hommes compétents m'éclairent ou m'obligent à un contrôle qui ne pourra que fortifier et agrandir ces recherches. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'extension de la théorie des germes à l'étiologie de quelques maladies communes;* par M. L. PASTEUR.

« Au moment où je me suis trouvé engagé dans les études qui m'occupent présentement, je cherchais à étendre la théorie des germes à certaines

maladies communes. Quand pourrai-je revenir à ces derniers travaux? Dans mon désir de les voir compléter par ceux dont ils tenteraient l'activité, je prends la liberté de les présenter au public dans l'état où ils se trouvent.

I. Sur les furoncles. — Au mois de mai 1879, une des personnes qui travaillent dans mon laboratoire eut de nombreux furoncles se produisant à courts intervalles, tantôt sur un point du corps, tantôt sur un autre. Toujours préoccupé de l'idée du rôle immense des êtres microscopiques dans la nature, je me demandai si le pus des furoncles ne contiendrait pas un de ces organismes dont la présence, le développement et le transport fortuit ici ou là dans l'économie après qu'une porte lui en aurait été ouverte provoqueraient l'inflammation locale, la formation du pus et expliqueraient la récidive du mal pendant un temps plus ou moins long. Il était facile de mettre cette idée à l'épreuve de l'observation.

» *Première observation.* — Le 2 juin, une piqûre fut pratiquée à la base du petit cône de pus surmontant un des furoncles, qui était placé à la nuque. Le liquide de la piqûre est aussitôt ensemencé au contact de l'air pur, bien entendu avec les précautions nécessaires pour éloigner tout germe étranger, soit au moment de la prise, soit au moment de l'ensemencement du liquide de culture, soit pendant le séjour de ce dernier à l'étuve, qui était à la température constante de 35° environ. Dès le lendemain, le liquide de culture a perdu sa limpidité et donne asile à un organisme unique, formé de petits points sphériques réunis par couples de deux grains, rarement de quatre, mais fréquemment associés en amas. Deux liquides ont été préférés dans ces expériences, le bouillon de muscles de poule et le bouillon de levûre. Suivant qu'on a affaire à l'un ou à l'autre de ces liquides, l'aspect des développements change un peu. Il faut en être prévenu. Avec l'eau de levûre, les couples de petits grains sont répandus dans toutes les parties du liquide, qui en est uniformément troublé. Avec le bouillon de poule, les couples de grains réunis en petits amas tapissent les parois du vase et le liquide reste limpide, à moins qu'on ne l'ait agité ; dans ce cas, il devient uniformément trouble par la disjonction des petits amas répandus sur le fond des vases.

» *Deuxième observation.* — Le 10 juin, un nouveau furoncle apparaît sur la cuisse droite de la même personne. On ne voit pas encore de pus sous la peau, mais celle-ci est déjà *proéminente* et rouge sur une surface de la grandeur d'une pièce de 1^{fr}. On lave convenablement la partie enflammée au moyen d'un liquide alcoolique qu'on essuie avec du papier buvard qui a été passé sur la flamme de la lampe à alcool. Une piqûre faite sur la partie proéminente permet de recueillir un peu de lymphe mêlée de sang,

qu'on ensemence en même temps que du sang pris au doigt de la main. Les jours suivants, le sang du doigt se montre parfaitement stérile; au contraire, celui qui a été recueilli au centre de la place où le furoncle est en voie de formation donne une culture abondante du même petit organisme que tout à l'heure.

» *Troisième observation.* — Le 14 juin, nouveau furoncle au cou, sur la même personne. Même examen, même résultat, c'est-à-dire développement de l'organisme microscopique précité et toujours stérilité du sang de la circulation générale, qu'on avait pris cette fois cependant à la base du furoncle, au pourtour de la partie enflammée.

» Au moment où je me livrais à ces observations, j'eus l'occasion d'en parler à M. le Dr Maurice Raynaud, qui eut l'obligeance de m'adresser un malade ayant des furoncles depuis plus de trois mois. Le 13 juin, j'essaye la culture du pus de l'un des furoncles de cet homme. Le lendemain, trouble général du liquide de culture, toujours par le parasite précédent et toujours unique.

» *Quatrième observation.* — Le 14 juin, le même individu me fait voir un furoncle volumineux en voie de formation sous l'aisselle gauche; proéminence étendue, rougeur de la peau, mais pas encore de pus apparent. Toutefois une incision de la peau, au sommet de la proéminence, fait sortir un peu de pus mêlé à du sang. Ensemencement, culture facile dans les vingt-quatre heures et encore apparition du même organisme. On avait recueilli au bras, loin du furoncle, un peu de sang dont la culture a été tout à fait stérile.

» Le 17 juin, examen d'un nouveau furoncle sur le même individu; même résultat, développement du même organisme à l'état de pureté.

» *Cinquième observation.* — Le 21 juillet, M. le Dr Maurice Raynaud m'informe qu'à Lariboisière se trouve une femme portant des furoncles multiples. Elle en avait, en effet, le dos couvert, plusieurs même en suppuration, d'autres qui avaient laissé des parties ulcérées. Je recueillis du pus sur un de ces furoncles qui n'avait jamais été ouvert. Après quelques heures déjà, le pus ensemencé avait donné un abondant développement. C'est toujours le même organisme, toujours pur, sans mélange avec aucun autre. Le sang pris à la base enflammée du furoncle, ensemencé à son tour, s'est montré stérile.

» En résumé, il paraît certain que tout furoncle renferme un parasite microscopique aérobie et que c'est à lui que sont dues l'inflammation locale et la formation du pus qui en est la conséquence.

» Les liquides de culture du petit organisme inoculé sous la peau à des lapins et à des cobayes font naître des abcès en général peu volumineux et qui guérissent promptement. Aussi longtemps que la guérison n'est pas achevée, on peut retirer du pus de ces abcès l'organisme microscopique qui les a formés. Il y est donc vivant, se développant; mais sa propagation à distance n'a pas lieu. Les cultures dont je parle, injectées en petite quantité dans la jugulaire des cochons d'Inde, ont montré que le petit organisme ne se cultivait pas dans le sang. Le lendemain de l'injection, on ne les retrouve pas, même par la voie des cultures. D'une manière générale, je dois faire observer que les parasites aérobies ont quelque peine à se cultiver dans le sang tant que les globules de celui-ci sont en bon état physiologique. J'ai toujours pensé que cette circonstance s'expliquait par une sorte de lutte entre l'affinité pour l'oxygène des globules du sang et celle qui est propre au parasite dans ses cultures. Tant que les globules du sang l'emportent, c'est-à-dire s'emparent de tout l'oxygène, la vie et la multiplication du parasite deviennent très difficiles ou impossibles. Il est alors facilement éliminé ou digéré, si l'on peut dire ainsi. Maintes fois j'ai été témoin de ces faits dans l'affection charbonneuse et même dans celle du choléra des poules, maladies qui relèvent l'une et l'autre de la présence d'un parasite aérobie.

» La culture du sang de la circulation générale, dans les expériences précédentes, s'étant toujours montrée stérile, il semblerait que, dans l'état de diathèse furonculeuse, le petit organisme des furoncles n'existe pas dans le sang. Qu'il ne s'y cultive pas par la raison que je viens de dire et qu'il n'y soit pas abondant, cela est de toute évidence; mais de la stérilité des cultures que je rappelle (au nombre de cinq seulement), il ne faudrait pas conclure d'une manière absolue que le petit parasite n'est pas, à un moment ou à un autre, charrié par le sang et transporté d'un furoncle où il est en voie de développement sur un autre point du corps où il peut fortuitement s'arrêter, se cultiver et former un nouveau furoncle. Je suis persuadé que, si dans la diathèse furonculeuse on pouvait mettre en culture, non pas une gouttelette de sang de la circulation générale, mais quelques grammes ou davantage, on réussirait souvent à avoir des cultures fécondes. Dans le grand nombre d'expériences que j'ai faites sur le sang des poules atteintes du choléra, j'ai eu la preuve, à diverses reprises, que, au moment où le petit parasite de cette affection commence à exister dans le sang, des cultures répétées de gouttelettes de ce sang prises même dans un seul organe, le cœur par exemple, ne se montrent pas toutes également fécondes,

ce qui se conçoit aisément. Une fois même il est arrivé que de dix poules neuves, inoculées par un sang infectieux, mais qui commençait à peine à être envahi par le microbe, trois moururent et les sept autres n'eurent pas le moindre mal. Le microbe, en effet, au moment où il commence à pénétrer dans le sang, peut exister par unités dans certaines gouttelettes et pas du tout dans d'autres gouttelettes voisines. Il y aurait donc, suivant moi, une grande utilité, dans un cas de diathèse furonculeuse, à rencontrer un malade qui voulût bien se prêter à de très nombreuses piqûres sur divers points du corps, loin des furoncles formés ou en voie de formation, afin qu'on pût pratiquer une foule de cultures, simultanées ou non, du sang de la circulation générale. Je suis persuadé qu'on rencontrerait parfois des cultures fécondes du petit organisme des furoncles.

» § II. Sur l'ostéomyélite. — *Observation unique.* — Relativement à cette très grave maladie, je ne possède qu'une observation, dont M. le Dr Lannelongue a pris l'initiative. On connaît le travail très estimé que ce savant praticien a publié sur l'ostéomyélite et la possibilité de sa guérison par la trépanation de l'os, suivie de lavages et de pansements antiseptiques. Le 14 février 1880, à la demande de M. le Dr Lannelongue, je me rendis à l'hôpital Sainte-Eugénie, où l'habile chirurgien allait opérer une petite fille d'une douzaine d'années environ. Le genou droit était très enflé, ainsi que toute la jambe jusqu'au-dessous du mollet et une partie de la cuisse au-dessus du genou. Aucune communication quelconque avec le dehors. Après avoir chloroformisé l'enfant, le Dr Lannelongue pratiqua, au-dessous du genou, une longue incision qui fit sortir du pus en grande abondance; l'os du tibia découvert se montra dénudé sur une grande longueur. Trois trous de trépan furent pratiqués dans l'os. A chacun de ces trous le pus se montra en grande quantité. Le pus de l'extérieur de l'os et le pus de l'intérieur furent recueillis avec tous les soins convenables, et plus tard examinés attentivement et cultivés. L'observation directe au microscope des deux pus de l'intérieur et de l'extérieur de l'os fut extrêmement intéressante. Il était sensible que ces pus contenaient en grande quantité un organisme pareil à l'organisme des furoncles, par couples de deux et quatre grains et par paquets de ces mêmes grains, les uns à contours nets, accusés, les autres peu visibles et à contours très pâles. Le pus extérieur offrait en abondance des globules de pus, celui de l'intérieur n'en montrait pas. C'était comme une pâte graisseuse de l'organisme furonculeux. Aussi, chose digne de remarque, en moins de six heures après l'ensemencement des liquides de culture, le développement du petit organisme était commencé. Je vis alors

que c'était bien exactement l'organisme des furoncles. Le diamètre des grains a été trouvé de $\frac{1}{1000}$ de millimètre. Si j'osais m'exprimer ainsi, je dirais que dans ce cas, tout au moins, l'ostéomyélite a été un furoncle de la moelle de l'os. Il sera facile, sans doute, de provoquer artificiellement l'ostéomyélite sur les animaux vivants.

» § III. Sur la fièvre puerpérale. — *Première observation.* — Le 12 mars 1878, M. le Dr Hervieux a l'obligeance de me recevoir dans son service de la Maternité pour visiter une femme accouchée depuis quelques jours et qui est atteinte de fièvre puerpérale grave. Les lochies sont d'une fétidité extrême. Je les trouve remplies d'organismes microscopiques de plusieurs sortes. D'une piqûre à l'index de la main gauche qui avait été convenablement lavée et essuyée avec un linge *flambé*, on recueillit un peu de sang qui a été ensemencé dans du bouillon de muscles de poule. Les jours suivants, la culture est restée stérile.

» Le 13, on recueille de nouveau du sang par piqûre au doigt qui, cette fois, se montre fécond. La mort ayant eu lieu le 16 mars à 6h du matin, on voit que le sang renfermait un parasite microscopique cultivable trois jours au moins avant la mort.

» Le 15 mars, dix-huit heures avant la mort, on ensemence le sang pris au pied gauche par une piqûre d'épingle. La culture s'est encore montrée féconde.

» La première culture du 13 mars ne renfermait que l'organisme des furoncles; la culture suivante, celle du 15, contenait un organisme voisin de celui des furoncles, mais qui toutefois en diffère assez pour en être le plus souvent très facilement distingué. En effet, tandis que le parasite des furoncles est par couples de grains, rarement même réunis en petits chapelets de trois ou quatre grains, le nouveau, celui de la culture du 15, est en longs chapelets, dont le nombre des grains est pour ainsi dire quelconque. Les chapelets sont flexibles et on les voit souvent en petits paquets enchevêtrés comme des fils de perles brouillés.

» L'autopsie a eu lieu le 17 à 2h. Grande abondance de pus dans le péritoine. Il est ensemencé avec toutes les précautions voulues. Du sang pris dans les veines basilique et fémorale est également ensemencé. On ensemence également le pus de la surface de la muqueuse de l'utérus, de celle des trompes et enfin le pus d'un lymphatique de l'épaisseur de l'utérus. Voici le résultat des cultures : partout les longs chapelets de grains dont j'ai parlé tout à l'heure et partout sans mélange d'autres organismes, excepté dans la culture du pus du péritoine, qui, outre les longs chapelets de

grains, a montré également le petit vibrion pyogénique que j'ai désigné sous le nom d'*organisme du pus* dans la Note que j'ai publiée en commun avec MM. Joubert et Chamberland, le 30 avril 1878 (¹).

» *Interprétation de la maladie et de la mort.* — Après l'accouchement, dans les parties blessées de l'utérus, le pus qui s'y forme toujours naturellement, au lieu de rester pur, s'est associé à des organismes microscopiques venus du dehors, notamment à l'organisme en longs chapelets de grains et au vibrion pyogénique. Ces organismes ont passé par les trompes ou autrement dans le péritoine, et l'un d'eux dans le sang, probablement par les lymphatiques. La résorption du pus, toujours très facile et prompte quand il est pur, est devenue impossible par la présence des parasites, dont il eût fallu tenter d'empêcher l'apparition dès le moment de l'accouchement.

» *Deuxième observation.* — Le 14 mars, à l'hôpital Lariboisière, une femme meurt de fièvre puerpérale, le ventre déjà tout ballonné avant la mort.

» Par une ponction dans le péritoine on recueille du pus qui s'y trouve en abondance et on l'ensemence; on ensemence également le sang d'une veine du bras : la culture du pus fournit les longs chapelets dont il est question dans l'observation précédente et également le petit vibrion pyogénique. La culture du sang ne donne que les longs chapelets très purs.

» *Troisième observation.* — Le 17 mai 1879, une femme accouchée depuis trois jours est malade, ainsi que l'enfant qu'elle allaite. Les lochies sont remplies du vibrion pyogénique et de l'organisme des furoncles, celui-ci en faible proportion. Le lait et les lochies sont ensemencés. Le lait fournit l'organisme en longs chapelets de grains et les lochies seulement l'organisme du pus. La mère est morte. Il n'y a pas eu d'autopsie.

» Le 28 mai, on a inoculé à un lapin, sous la peau du ventre, cinq gouttes de la culture précédente du vibrion pyogénique. Les jours suivants, un abcès énorme s'est déclaré, qui s'est ouvert spontanément le 4 juin. Il en est sorti un pus abondant, caséeux. A côté de l'abcès se trouvaient des parties dures étendues. Le 8 juin, l'ouverture de l'abcès est considérable, la suppuration active. Près de ses bords on sent un autre abcès qui communique visiblement avec le premier, car, par la pression du doigt, le pus coule abondamment de l'ouverture de ce premier abcès.

(¹) *La théorie des germes et ses applications à la Médecine et à la Chirurgie.*

Pendant tout le mois de juin, le lapin est malade et les abcès suppurent, mais de moins en moins. En juillet, ils sont fermés; l'animal est guéri. On ne sent plus que quelques nodosités sous la peau du ventre.

» Combien de désordres doit amener dans le corps d'une femme récemment accouchée un organisme pyogénique à ce degré lorsque, par les lésions du placenta maternel, il a pu pénétrer dans le péritoine, dans les lymphatiques ou dans le sang! Sa présence est beaucoup plus dangereuse que celle du parasite à chapelets. Ajoutons que son développement est toujours imminent, car, ainsi que je l'ai dit dans le travail déjà cité (avril 1878), on peut facilement retirer cet organisme de beaucoup d'eaux communes.

» J'ajoute que l'organisme en longs chapelets de grains et celui par couples de grains ne sont pas moins répandus et qu'un de leurs habitats est la surface des muqueuses des parties génitales [1]. Vraisemblablement, il n'existe pas de parasite puerpéral proprement dit. Je n'ai pas rencontré la septicémie vraie, expérimentale; mais elle doit être au nombre des affections puerpérales.

» *Quatrième observation.* — Le 14 juin, à Lariboisière, une femme est très malade des suites d'un récent accouchement; elle est sur le point de mourir : elle meurt, en effet, le 14 à minuit. Quelques heures avant la mort, on recueille du pus d'un abcès qu'elle porte au bras; on recueille également du sang par une piqûre faite à l'un des doigts de la main. Ces deux liquides sont ensemencés. Le 15, le flacon où l'on a semé le pus de l'abcès est rempli des longs chapelets de grains. Le flacon au sang est resté stérile. L'autopsie a lieu le 16 à 10^h du matin. Le sang d'une veine du bras est ensemencé, ainsi que le pus des parois de l'utérus et celui d'une collection de pus située dans la synoviale du genou. Toutes les cultures sont fécondes, même celle du sang, et toutes offrent les longs chapelets de grains. Le péritoine ne renfermait pas de pus.

» *Interprétation de la maladie et de la mort.* — La blessure de l'utérus après l'accouchement a fourni, comme à l'ordinaire, du pus qui a donné asile aux germes des longs chapelets de grains. Ceux-ci, par les lymphatiques probablement, ont passé dans les articulations et un peu partout, déterminant l'origine d'abcès métastatiques qui ont amené la mort.

---

(1) Lorsque, par le procédé que j'ai décrit autrefois, on extrait l'urine de la vessie, à l'état de pureté, par le canal de l'urètre, s'il y a des développements fortuits par suite de causes d'erreur, ce sont les deux organismes dont je viens de parler qui se montrent à peu près exclusivement.

» *Cinquième observation.* — Le 17 juin, M. Doléris, interne distingué des hôpitaux, m'apporte du sang recueilli, avec les soins voulus, sur un enfant qui venait de mourir après sa naissance et dont la mère avait eu, avant son accouchement, des accidents fébriles, des frissons.... Ce sang, cultivé, fournit en abondance le vibrion pyogénique. Au contraire, du sang prélevé sur la mère le 18 au matin (elle était morte le 18 à 1h du matin) ne donne lieu à aucun développement organisé quelconque ni le 19 ni les jours suivants. L'autopsie de la mère a lieu le 19. Chose assurément digne d'attention, l'utérus, le péritoine, les intestins n'offrent rien de particulier; mais le foie est rempli d'abcès métastatiques. Là où la veine hépatique sort du foie, il y avait du pus dans cette veine, et les parois de celle-ci, à cette place, sont comme ulcérées. Le pus des abcès du foie se montre rempli du vibrion pyogénique. La matière même du foie, prise en dehors des abcès apparents, donne des cultures remplies du même organisme.

» *Interprétation de la maladie et de la mort.* — Le vibrion pyogénique, formé dans l'utérus ou plutôt qui était déjà dans le corps de la mère avant l'accouchement, puisqu'elle avait eu des frissons, a produit dans le foie des abcès métastatiques, et, communiqué au sang de l'enfant, il a déterminé en celui-ci une des formes de l'infection dite purulente qui l'a emporté.

» *Sixième observation.* — Le 18 juin 1879, M. Doléris m'informe qu'une femme accouchée depuis quelques jours, à l'hospice Cochin, est très malade. Le 20 juin, on ensemence le sang prélevé au doigt par une piqûre d'épingle : la culture reste stérile. Le 15 juillet, c'est-à-dire vingt-cinq jours après, le sang du doigt est de nouveau ensemencé. Toujours développement nul. Dans les lochies, aucun organisme nettement reconnaissable; la femme cependant est, me dit-on, très malade, et sur le point de mourir. Elle meurt, en effet, le 18 juillet à 9h du matin, comme on le voit, après une très longue maladie, puisque les premières observations remontent à un mois : maladie également très douloureuse, car la malade ne pouvait faire de mouvement sans beaucoup souffrir.

» L'autopsie a lieu le 19 à 10h du matin; elle offre un grand intérêt. Pleurésie purulente avec poche considérable de pus et fausses membranes purulentes sur les parois de la plèvre. Le foie est blanchâtre, a l'aspect gras, mais il est ferme, sans abcès métastatiques apparents. L'utérus, peu volumineux, paraît sain; cependant, à la surface externe, on voit des nodosités blanchâtres, remplies de pus. *Rien dans le péritoine, qui n'est pas enflammé;* mais il y a beaucoup de pus dans les articulations des épaules et dans la symphise pubienne.

» Le pus des abcès, ensemencé, a donné les longs chapelets de grains, aussi bien le pus de la plèvre que celui des épaules et d'un lymphatique de l'utérus. Chose curieuse, mais qui se comprend aisément, le sang d'une veine du bras, recueilli trois quarts d'heure après la mort, a donné une culture stérile. Rien aux trompes, rien aux ligaments larges.

» *Interprétation de la maladie et de la mort.* — Le pus formé dans l'utérus après l'accouchement s'est associé à des germes d'organismes microscopiques qui s'y sont cultivés, ont passé ensuite dans les lymphatiques de l'utérus, et de là sont allés déterminer du pus dans la plèvre et dans les articulations.

» *Septième observation.* — Le 18 juin, M. Doléris nous informe qu'une femme est accouchée depuis cinq jours, à l'hospice Cochin, et qu'on craint pour les suites de la grave opération qu'elle a subie, car il a fallu pratiquer l'embryotomie. Les lochies sont ensemencées le 18 ; le lendemain et le surlendemain, pas de trace de développement organisé quelconque. Sans avoir eu la moindre nouvelle de cette femme depuis le 18, j'ose affirmer le 20 qu'elle doit aller bien. J'envoie chercher de ses nouvelles. Voici la réponse textuelle : « *La femme va très bien ; elle sortira demain.* »

» *Interprétation des faits.* — Le pus naturellement formé à la surface des parties blessées n'a pas été associé à des organismes apportés du dehors. La *natura medicatrix* l'a emporté, c'est-à-dire que la vie à la surface des muqueuses a empêché le développement des germes étrangers. Le pus s'est résorbé facilement et la guérison a eu lieu.

» Que l'Académie me permette de terminer en soumettant à son appréciation quelques vues préconçues que je suis très disposé à considérer comme des inductions légitimes des faits que je viens d'avoir l'honneur de lui communiquer.

» On range sous l'expression de *fièvre puerpérale* des maladies très variées, mais toutes paraissent être la conséquence du développement d'organismes communs qui par leur présence infectent le pus naturellement formé à la surface des parties blessées, et qui de là se répandent sous une forme ou sous une autre par telle ou telle voie, sang ou lymphatiques, dans telle ou telle partie du corps et y déterminent des formes morbides variables avec l'état de ces parties, avec la nature des parasites et la constitution générale des sujets. Quelle que soit cette constitution, ne semble-t-il pas qu'en s'opposant à la production de ces organismes parasitaires vulgaires la guérison pourrait avoir lieu dans tous les cas, excepté peut-être lorsque le corps renfermerait, déjà avant l'accouchement, par la présence d'abcès impurs internes ou externes, des organismes microscopiques, comme nous

en avons vu ci-dessus un exemple frappant (cinquième observation). La méthode antiseptique me paraît devoir être souveraine dans la grande majorité des cas. Il me semble qu'on devrait, *aussitôt après l'accouchement*, commencer l'application de ces antiseptiques. L'acide phénique peut rendre de grands services, mais il existe un autre antiseptique dont je serais très disposé à recommander l'usage, c'est l'acide borique en solution concentrée à la température ordinaire, c'est-à-dire à 4 pour 100 environ. Cet acide, dont M. Dumas a fait connaître l'influence singulière sur la vie des cellules, est si peu acide, qu'il est de réaction alcaline pour certains papiers d'épreuve, comme l'a reconnu, il y a bien longtemps déjà, M. Chevreul; en outre, il n'est pas odorant comme l'acide phénique, dont l'odeur incommode souvent les malades. Enfin, son innocuité sur les muqueuses, notamment sur la muqueuse vésicale, a été et est tous les jours éprouvée dans les hôpitaux de Paris. Voici à quelle occasion on s'en est servi pour la première fois. L'Académie se souviendra peut-être que j'ai soutenu devant elle, et le fait n'a jamais été démenti, que les urines ammoniacales sont toujours produites par un organisme microscopique, tout à fait semblable, à plusieurs égards, à l'organisme des furoncles. Ultérieurement, dans un travail fait en commun avec M. Joubert, nous avons reconnu que la solution d'acide borique était facilement mortelle pour cet organisme. Dès lors, et depuis l'année 1877, j'ai engagé M. le Dr Guyon, chargé de la clinique des maladies des voies urinaires à l'hôpital Necker, à essayer les injections d'une solution d'acide borique dans les affections de la vessie. Je tiens de cet habile praticien qu'il en a obtenu et qu'il en obtient tous les jours de très bons résultats. Il m'a confié même qu'il ne faisait pas d'opération de lithotritie sans l'emploi de telles injections. Je rappelle ces faits afin de montrer que la solution d'acide borique est inoffensive pour une muqueuse très délicate, la muqueuse vésicale, et qu'on peut sans inconvénient remplir la vessie de la solution tiède d'acide borique.

» Je reviens aux accouchées. Auprès du lit de chaque malade, n'y aurait-il pas grande utilité de mettre à sa portée la solution concentrée et tiède d'acide borique avec des compresses qu'elle renouvellerait très fréquemment après les avoir trempées dans la solution, et cela dès après l'accouchement. Ce serait également agir avec prudence que de porter les compresses préalablement, avant de s'en servir, dans un poêle à air chaud à une température de 150°, plus que suffisante pour tuer tous les germes d'organismes vulgaires.

» Étais-je suffisamment autorisé à intituler cette Communication *De l'extension de la théorie des germes à l'étiologie de quelques maladies communes?* J'ai exposé les faits comme ils m'ont apparu et j'en ai hasardé des interprétations; mais je ne me dissimule pas que, sur le terrain médical, il est difficile de se soustraire entièrement à des préoccupations subjectives; je n'oublie pas davantage que la Médecine et la Vétérinaire me sont étrangères. Aussi j'appelle de tous mes vœux les jugements et les critiques. Peu tolérant pour la contradiction frivole ou de parti pris, dédaigneux du scepticisme vulgaire qui érige le doute en système, je tends les bras vers le scepticisme militant qui fait du doute une méthode et dont la règle de conduite a pour devise : « Encore plus de lumière. »

» Je me plais de nouveau à reconnaître toute l'utilité des secours que MM. Chamberland et Roux m'ont prêté au cours des observations dont je viens de rendre compte. Je rappelle également le concours empressé de M. Doléris. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une Lettre de M. l'amiral Clouérelative aux trombes.* Note de M. FAYE.

« M. l'amiral Cloué, à la suite d'une Communication déjà ancienne de M. Virlet d'Aoust sur les *ramolinos de polvo,* a bien voulu m'adresser des renseignements détaillés sur ces tourbillons de poussière qu'il a rencontrés au Mexique. Il proteste que ceux dont il a été témoin n'avaient pas une hauteur de 500^m à 600^m, que leur attribue M. Virlet d'Aoust, mais tout au plus de 50^m à 60^m. A cette occasion, M. l'amiral Cloué décrit en détail quelques trombes observées en mer, et en donne des dessins très intéressants. Je regrette de ne pouvoir les insérer dans les *Comptes rendus,* mais la description qu'en fait l'amiral mérite bien d'y trouver place.

« Je n'ai jamais vu les trombes de mer qu'accompagnées de calme ou de folles brises, et alors que le ciel était chargé de gros cumulus bas, serrés, sur le point de passer à l'état de nimbus, mais ne paraissant pas encore chargés de pluie et d'électricité.

» J'ai assisté plusieurs fois à la formation de trombes; voici ce que j'ai vu.

» Supposez que sous un de ces gros nuages denses dont je viens de parler il se forme tout d'un coup un tourbillon dans les vésicules de brouillard : ce tourbillon apparaît sous le nuage comme une barbe de bouc. Cela va en allongeant progressivement, et, au bout d'un quart d'heure, plus ou moins, alors que cette espèce de trompe a son extrémité plus près de la mer que du nuage, on s'aperçoit qu'au-dessous de cette extrémité la mer, qui était unie jusque-là, commence à s'agiter.

» C'est une sorte de clapotis qui va en augmentant et qui prend bientôt un mouvement de rotation, comme on voit sur les places ou sur les grandes routes tourbillonner la poussière, les feuilles mortes et autres objets légers.

» Bientôt le tourbillon produit ainsi sur la mer augmente en hauteur pendant que la trompe qui tient au nuage s'allonge toujours, jusqu'au moment où enfin les deux tourbillons se joignent, s'unissent et forment la trombe complète.

» J'ai entendu dire que les trombes étaient fort dangereuses et qu'on les crevait à coups de canon pour éviter leur approche. Je n'ai jamais entendu citer un bâtiment qui se soit trouvé sous une trombe, et, quoique j'aie rencontré un assez bon nombre de ces météores, je ne m'en suis jamais trouvé assez rapproché pour songer qu'il pouvait être nécessaire de tirer dessus.

» Une fois, cependant, nous allions, avec un brick à voiles, de la Havane à la Martinique; nous avions passé le canal de la Floride et remonté vers l'est pour nous mettre en bonne position au moment où nous atteindrions la région des vents alizés.

» Nous arrivions à environ 150 lieues dans le sud des îles Bermudes, et, après avoir bataillé pendant quelques heures avec des folles brises, nous venions d'être pris par une jolie brise de nord-est et nous avions lestement mis toutes nos voiles dehors, dans l'espérance que nous tenions enfin les vents alizés.

» Nous avions, assez loin devant nous, une ligne de démarcation bien tranchée, au delà de laquelle on voyait que régnait le calme. Nous y courions avec une tête de brise qui semblait mal établie, et cinq ou six trombes étaient en vue à l'horizon, dans cette région de calme qui régnait devant nous.

» Nous y arrivâmes bientôt; les masses d'air en mouvement qui nous poussaient n'eurent pas d'abord le dessus lorsqu'elles rencontrèrent celles qui étaient stationnaires, en sorte que nous nous trouvâmes en calme; les voiles, n'étant plus gonflées, tombèrent le long des mâts, ce qui fit qu'on les cargua presque toutes, ne conservant que les huniers.

» Bientôt le bâtiment, avec son reste de vitesse, arriva dans un endroit où la mer clapotait et tourbillonnait en petits cônes de poussière d'eau, accompagnés chacun d'un bruit comme une sorte de froufrou.

» Étions-nous là sur le lieu de formation d'une trombe? Je ne puis l'affirmer, n'ayant pas remarqué si le nuage qui était à notre zénith lançait vers nous un de ces tourbillons de vésicules de brouillard dont j'ai parlé plus haut; mais, ce qu'il y a de certain, c'est que nous fûmes en un instant soumis à un fort tourbillon de vent qui fit pivoter le navire sur lui-même avec une rapidité telle, que je n'ai jamais vu pareille chose. Il est vrai que ce n'était pas un navire long comme on les fait aujourd'hui : ce brick avait seulement 35^m de longueur.

» Nous avions amené les huniers tout bas dès que ces tourbillons s'étaient rapprochés de nous, et nous nous sommes trouvés pendant une petite minute dans une espèce de grain de pluie peu épais. Le vent de nord-est prit définitivement le dessus; le navire, après avoir pivoté entièrement, avait repris sa route; les trombes disparurent devant la brise qui s'établissait définitivement. Nous n'avions fait aucune avarie; nous remîmes toutes les voiles dehors.

» J'ai toujours pensé que nous pourrions bien être arrivés là juste à point pour interrompre la formation d'une trombe; les nombreux petits tourbillons d'eau qui nous ont entourés en un moment avaient certainement une relation avec le tourbillon de vent qui

nous saisit, et nous eût sans doute causé des avaries si la plupart des voiles n'avaient pas été ramassées à l'avance.

» Je reviens maintenant aux tourbillons de poussière qu'on observe sur les hauts plateaux du Mexique. Je ne vois pas d'impossibilité à ce que le phénomène du nuage tel que je l'ai décrit plus haut, se produisant au-dessus d'un terrain recouvert d'une épaisse couche de fine poussière, arrive à produire sur cette poussière un effet analogue à celui que j'ai vu se produire sur la mer, et par conséquent ne puisse former une trombe à peu près semblable aux trombes de mer, mais dans laquelle la poussière remplacerait une partie des vésicules d'eau. Pourtant je crois que cela doit être très rare, et en tout cas je maintiens que les *ramolinos de polvo*, si communs sur les hauts plateaux du Mexique, ne sont pas des *trombes*, car une trombe communique toujours avec un nuage, sans vent ou presque sans vent, tandis que ces colonnes de poussière de l'Anahuac, celles que j'ai vues du moins, existent avec de forts vents et alors qu'il n'y a pour ainsi dire pas de nuages.

» Les trombes marines ne vont pas toujours jusqu'à la mer; le tourbillon qui se détache du nuage ne descend pas toujours assez pour faire produire même un commencement d'agitation de l'eau, ou, du moins, je n'ai pas toujours vu cette agitation au-dessous de cette espèce de trompe d'éléphant qui tient au nuage. J'ai vu bien des trombes commencer et ne pas dépasser l'état indiqué au croquis n° 3.

» Je n'estime pas à plus d'une petite heure la durée des trombes marines complètes que j'ai observées; beaucoup durent à peine une demi-heure, et, lorsqu'une trombe se brise, c'est généralement un peu plus bas que son milieu : la partie inférieure disparaît rapidement, la partie supérieure remonte assez lentement vers le nuage et par une succession d'états analogues à la formation, mais se produisant en sens inverse, c'est-à-dire qu'à la vue il semblerait que cette espèce de manche à vent qui pend du nuage est retirée dans l'intérieur de celui-ci par l'effet d'une force appliquée à son extrémité supérieure.

» J'ai entendu dire, j'ai même lu que les trombes marines sont plus fréquentes au voisinage des terres qu'en pleine mer. Je crois que c'est une erreur qui provient de ce que, au voisinage des terres, les trombes ne peuvent guère passer inaperçues; il y a souvent quelqu'un qui les voit, tandis qu'il y a certainement un grand nombre de trombes qui se forment en pleine mer et ne sont vues par personne.

» Je n'ai jamais vu une trombe commençant par s'élever de la mer. Je n'ai jamais vu une trombe ne tenant pas par sa partie supérieure à un cumulus très dense et qui semble prêt à passer à l'état de nimbus; en un mot, le cumulus préexiste toujours à la trombe. »

» Plus j'étudie ce phénomène d'après les meilleurs observateurs, et plus je suis convaincu que l'explication que j'en ai donnée est seule admissible, plus je suis persuadé que les phénomènes gyratoires peuvent se produire sous les dimensions les plus variées, depuis les trombes minces que l'amiral Cloué vient de décrire d'une manière si saisissante, jusqu'aux tornados d'un quart de lieue de diamètre, aux typhons de plusieurs lieues et aux cyclones de plusieurs degrés. Il n'y a d'autre différence que la facilité de déformation que présentent en certains cas les tourbillons de grandes dimensions, déformations qui vont jusqu'à la décomposition en gyrations partielles,

bientôt indépendantes les unes des autres. La baisse barométrique centrale est une suite toute naturelle du mouvement gyratoire qui refoule sur les bords une masse d'air plus ou moins considérable et produit tout autour de lui une légère augmentation de pression. Dans la région centrale raréfiée se précipitent verticalement, de haut en bas, les gyrations sous la forme de courbes héliçoïdales à rayon progressivement réduit. Lorsque ce mouvement gyratoire fermé par en bas se ralentit, il cesse de descendre et finit par remonter jusqu'à l'origine, parce qu'il ne descend qu'en vertu d'une gyration intense, employée tout entière, dans son trajet aérien, à refouler l'air autour et tout le long de son axe, formant ainsi une gaîne, une manche à vent, comme dit l'amiral, mais une manche fermée par en bas, complètement isolée du milieu ambiant où elle pénètre de force, et ne recevant que l'air tournoyant des régions supérieures. Si une force semble ramener par en haut cette trompe qui pend des nuées et qui retourne se cacher dans leur sein sans y porter la moindre parcelle de l'air inférieur, c'est tout simplement que l'aliment de la gyration commence à s'épuiser. Si, au contraire, le mouvement gyratoire des couches supérieures s'élargissait de nouveau et venait à s'accentuer, on verrait la trombe recommencer à descendre; elle se propagerait indéfiniment par en bas jusqu'à ce que le sol l'arrêtât en subissant les effets de la force vive qu'elle transporte avec elle et qu'elle concentre de plus en plus sous l'effort de la pression ambiante.

» C'est là un phénomène de la mécanique des fluides tellement général qu'on le retrouve en grand dans notre monde, non seulement sur le Soleil où je l'ai tout d'abord signalé, mais sur Jupiter où l'étude attentive des taches mobiles de son atmosphère semble indiquer des mouvements tournants identiques à nos trombes et à nos cyclones. »

BOTANIQUE. — *Formation des feuilles et apparition de leurs premiers vaisseaux chez des Iris, Allium, Funkia, Hemerocallis, etc.;* par M. **A. Trécul.**

« Dans toute feuille à accroissement basipète, le sommet est-il la partie la plus âgée et la base la partie la plus jeune? Le dernier cas paraît être la réalité quand on n'a pas de point de repère. Par en haut les poils naissent tôt, et, dans certaines plantes, comme l'*Aubrietia macrostyla,* le premier vaisseau des feuilles du bourgeon terminal, dont la végétation est très active, commence près du sommet de la lame; mais on revient au doute, quand, dans les autres bourgeons, on voit le premier vaisseau débuter dans la tige, près de l'insertion de la feuille, et monter dans celle-ci, bien

que la base semble être plus jeune que le sommet, puisque les poils et plus tard les principales nervures pinnées naissent de haut en bas (*Aubrietia*, *Arabis*, etc.). Cette ascension du premier vaisseau est le cas le plus fréquent. Pendant l'accroissement basipète, c'est-à-dire pendant le renouvellement des cellules, plus longtemps prolongé en bas qu'en haut, les restes de ce vaisseau et aussi l'existence de vaisseaux plus jeunes sont des témoins de ce qui a été antérieurement. Leur présence prouve que la partie inférieure de la feuille, quoique sans cesse renouvelée dans ses éléments cellulaires, pendant la jeunesse, est plus âgée morphologiquement qu'elle ne paraît; on peut croire qu'elle existait avant la partie supérieure, ou tout au moins que les cellules du bourrelet initial ont concouru à la formation de la base et du sommet. Le doute n'est plus possible, du moins très fréquemment, quand il existe une gaîne ouverte ou tubuleuse; on observe celle-ci souvent déjà dans des feuilles de $\frac{1}{3}$ ou de $\frac{1}{6}$ de millimètre. La gaîne restant assez longtemps très réduite, c'est dans la partie inférieure de la lame que l'accroissement prédomine (*Iris*, *Allium nutans*, etc.). Dans le *Sanguisorba carnea*, etc., ce n'est pas la foliole terminale qui naît d'abord, c'est la partie inférieure dilatée du rachis; les folioles apparaissent ensuite de haut en bas, ainsi que leurs dents, et en elles les premiers vaisseaux de leurs nervures pinnées, après ceux de la nervure médiane, bien entendu.

» Il ne peut être contesté que, chez les *Iris*, la gaîne précède la lame. Un bourrelet embrassant le sommet de l'axe se forme d'abord. Ce bourrelet s'exhausse; son accroissement prédominant du côté dorsal, il en résulte bientôt une sorte de capuchon. Alors seulement commence la lame ensiforme, qui s'élève sur lui, de bas en haut dans le principe; mais bientôt apparaît l'accroissement basipète de cette lame.

» Dans de jeunes individus d'*Allium ciliare*, dont il ne sort du bulbe que deux feuilles grêles, il y a toujours, au centre, des feuilles formées par une simple gaîne, qui peut avoir $3^{mm},00$, $4^{mm},00$, jusqu'à $7^{mm},00$ de hauteur, laquelle gaîne ne présente au sommet qu'une petite ouverture oblique. Les feuilles des bourgeons axillaires débutent de la même manière. Ces feuilles commencent aussi par un bourrelet plus élevé du côté dorsal; mais on trouve parfois l'ouverture presque horizontale. Le côté dorsal croissant davantage, l'ouverture devient de plus en plus oblique et finit par être latérale, un peu au-dessous du sommet. Ce sommet, continuant de s'allonger, produit une lame qui surmonte alors la gaîne comme un apicule d'abord très court, puis graduellement de plus en plus élevé. Il est donc bien évident qu'ici encore la gaîne précède la lame.

» Pour les Graminées, qui offrent des faits analogues, je renvoie au Tome LXXXVII, p. 1008, des *Comptes rendus*.

» Chez l'*Allium nutans*, le bourrelet initial a $0^{mm},33$ à $0^{mm},35$ quand il se ferme en avant. Alors la gaîne existe évidemment; mais comment pourrait-on caractériser la lame? On n'aurait pas même la ressource de dire que celle-ci est la partie dorsale qui prédomine sur la partie antérieure, car la limite de la lame et de la gaîne est nettement accusée à l'extérieur, dans la feuille parfaite, par le changement de couleur, et, à l'intérieur, par la cessation des faisceaux de la face antérieure de la lame, qui donne lieu à un sinus profond, étendu de bas en haut sur une longueur de $5^{mm},00$ à $6^{mm},00$. Il est donc avéré que la gaîne existe quand il est impossible de prouver la présence de la lame.

» Voici maintenant un exemple de gaîne ouverte; je le signale, parce que, sans un examen attentif, on peut croire à la naissance primitive de la lame. Il est donné par l'*Hemerocallis fulva*. La petite éminence commence du côté dorsal; elle s'étend latéralement et est déjà embrassante quand elle n'a que $0^{mm},19$ de hauteur. Pendant qu'elle s'exhausse du côté du dos, la partie antérieure reste surbaissée. Celle-ci accuse donc la présence de la gaîne ouverte, quand on ne peut démontrer l'existence de la lame. Bientôt cependant, la partie dorsale se dilatant en capuchon, la lame alors seulement devient manifeste. Ce capuchon reste terminal et est soulevé par l'accroissement basipète. La dilatation basilaire, antérieure au capuchon, prouve, comme l'existence d'une gaîne fermée, que la base de la feuille existe dès le plus jeune âge, et que le plus grand accroissement de la feuille a lieu d'abord au-dessus de cette base dilatée, comme au-dessus de la gaîne fermée de l'*Allium nutans*, etc., et même de la gaîne ouverte des *Iris*, qui restent quelque temps très réduites.

» Mon opinion de 1853 est donc confirmée par ces divers exemples. Voyons dans quel ordre apparaissent les premiers vaisseaux. Gaudichaud pensait qu'ils naissent dans le mérithalle tigellaire [1] ou, comme l'on dit à présent, avec MM. J. Hanstein, Sachs, de Bary, etc., dans la trace de la feuille. J'ai montré qu'ils débutent quelquefois dans la feuille proprement dite. Dans les plantes que je vais nommer, à part un seul exemple, le premier vaisseau monte de la tige et s'avance de bas en haut, souvent sans interruption, dans la première nervure (*qui n'est pas la médiane dans les* Iris).

---

[1] Ce n'est pas là une confirmation de la théorie phytonienne, ni une contradiction à mes anciens travaux. Je reviendrai prochainement sur cette théorie.

» La structure la plus simple, parmi les plantes citées ici, est offerte par les *Funkia*, qui ne présentent que des *nervures primaires*, c'est-à-dire de celles dans lesquelles les vaisseaux apparaissent successivement, d'abord dans la médiane, ensuite dans celles qui sont de plus en plus rapprochées des bords. Les plus externes, on le sait, s'arrêtent le plus bas dans la lame. J'appelle *nervures secondaires, tertiaires* et *quaternaires* les nervures longitudinales qui, dans d'autres plantes, s'interposent aux primaires. Dans les feuilles des *Funkia* que j'ai étudiés, il ne se développe entre les nervures primaires, les unissant entre elles, que les nervules transverses, plus ou moins obliques et plus ou moins reliées les unes aux autres ; elles naissent de haut en bas, je le dis une fois pour toutes, dans les plantes dont je vais parler.

» Dans le *Funkia lancifolia*, j'ai vu les vaisseaux se développer assez régulièrement de bas en haut, au moins dans les nervures primaires les plus proches de la région moyenne. Toutes ces nervures s'unissent à leur voisine par leur extrémité supérieure, et les groupes vasculaires y prennent un développement considérable au sommet de la lame : c'est le cas ordinaire dans ces sortes de feuilles.

» Dans le *Funkia ovata*, les vaisseaux des nervures primaires se développent moins régulièrement de bas en haut; ils apparaissent plus fréquemment par fragments et commencent quelquefois vers le tiers ou la moitié de la hauteur, quand on n'en voit pas encore entrer dans la base de la feuille. A part cette apparition plus fragmentée, tout, du reste, s'accomplit comme dans l'espèce précédente.

» Dans les *Hemerocallis fulva, flava, disticha*, le premier vaisseau de la nervure médiane monte de la tige; mais souvent, dès les premières nervures latérales, la formation fragmentée des vaisseaux se présente à diverses hauteurs, et parfois même avant qu'il en soit entré dans la base. Dans ces *Hemerocallis*, des nervures secondaires, tertiaires et quaternaires s'interposent aux primaires, d'abord dans la partie supérieure, par l'effet de l'accroissement de haut en bas, et à différentes hauteurs; leurs vaisseaux descendent ensuite dans la lame. On en peut trouver ainsi des fascicules s'atténuant de haut en bas et finissant à des hauteurs variables. Dans ces Hémérocalles, les faisceaux de divers ordres sont rangés sensiblement sur le même plan. Ils sont placés de même dans les *Agraphis* et dans le *Tradescantia virginica*.

» Une feuille de 102^{mm}.00 d'*Agraphis cernua* est fort intéressante, en ce que, en même temps qu'il descend d'en haut des fascicules vasculaires secondaires ou tertiaires, on trouve encore des faisceaux primaires (les

deuxième, troisième ou quatrième de chaque côté) incomplets dans la région moyenne, leur partie supérieure offrant des vaisseaux descendant à la rencontre de ceux qui montent d'en bas. Les deux bouts sont d'autant plus éloignés l'un de l'autre que le faisceau est plus externe, c'est-à-dire plus rapproché du bord.

» Les *Allium nutans* et *odorum* présentent un autre caractère : les faisceaux primaires et les secondaires sont sur des plans différents. Des feuilles de 4^{mm},00 d'*Allium odorum* reçoivent à leur base l'extrémité atténuée d'un faisceau venant de la tige et en relation avec le réseau de celle-ci. Dans une feuille de 8^{mm},30, ce faisceau médian, terminé par un seul vaisseau, arrive à assez petite distance du sommet, tandis qu'un faisceau vasculaire entre dans la base d'une nervure primaire de chaque côté. Dans une feuille de 17^{mm},00 quand le vaisseau de la première nervure latérale de chaque côté atteignait la hauteur de la gaîne, il se formait, dans la région supérieure de chacune de ces deux nervures latérales, un vaisseau qui était libre par les deux bouts. Dans une feuille de 36^{mm},00 un deuxième faisceau vasculaire pénètre dans la base de la feuille de chaque côté. Les deux premiers latéraux sont arrivés au sommet de celle-ci, où ils sont unis avec la nervure médiane; mais, de plus, il y a en haut deux autres faisceaux latéraux de chaque côté; les vaisseaux des deux plus avancés de ces quatre nouveaux latéraux d'en haut descendent vers ceux qui en bas ne font qu'entrer dans la feuille. Au contraire, les vaisseaux des deux plus petits latéraux supérieurs, qui sont les plus externes, descendent bien aussi, mais aucun fascicule vasculaire ne leur correspond encore par en bas. La feuille est donc beaucoup plus avancée en haut qu'en bas; néanmoins, il n'y a encore aucun faisceau secondaire. Dans une feuille de 80^{mm},00 des faisceaux vasculaires secondaires sont nés : insérés par en haut sur des faisceaux primaires, quelques-uns s'étendent sur une grande longueur; ils finissent vers le milieu de la feuille, quand les faisceaux primaires ne sont pas encore complétés par en bas. Ce qui est surtout à remarquer, c'est que sept à huit fascicules secondaires descendent près de la face supérieure de la lame, tandis que les faisceaux primaires, avec deux ou trois secondaires, sont plus rapprochés de la face dorsale. Dans une feuille plus âgée, les faisceaux de la face supérieure s'arrêtent au-dessus de la gaîne, où ils sont reliés vasculairement les uns aux autres et avec les primaires latéraux voisins, de façon à dessiner le sinus vaginal ascendant, dont j'ai parlé plus haut, qui établit rigoureusement la limite de la gaîne et de la lame.

» L'espace me faisant défaut, je dirai seulement que, dans l'*Allium*

nutans, après le premier vaisseau de la nervure médiane, qui continue un faisceau montant de la tige et s'élève d'ordinaire régulièrement de bas en haut, ne présentant que bien rarement un fragment à sa partie supérieure, les premiers vaisseaux des nervures primaires latérales, au contraire, apparaissent d'abord libres par les deux bouts dans la région moyenne de la lame, avant qu'il en soit arrivé de la tige à leur rencontre; j'ajouterai que ces faisceaux primaires sont placés un peu en arrière du plan moyen de la lame et que les faisceaux secondaires, sensiblement sur deux plans, sont rangés les uns sous la face supérieure de la lame, les autres sous la face dorsale. Ils peuvent s'allonger par fragments comme les primaires.

» Dans l'*Allium ciliare*, j'ai vu le premier vaisseau commencer dans la nervure médiane, au-dessus de la région moyenne, quand la pointe du faisceau vasculaire venant de la tige atteignait seulement la base de la feuille.

» L'ascension des vaisseaux, qui a lieu de la tige dans la nervure médiane, puis dans les nervures de plus en plus latérales, se continue dans la partie antérieure de la gaîne (*Allium nutans, odorum*, etc.), de façon que ce sont les faisceaux les plus rapprochés du milieu de cette face de la gaîne qui en sont les derniers pourvus. On y voit monter des vaisseaux qui s'y propagent de bas en haut, ou par fragments se rejoignant à diverses hauteurs. Ceux qui sont au-dessous des bords de la lame s'unissent à ceux qui descendent le long des bords de cette lame; les autres vont se relier par leur bout supérieur, plus ou moins près du haut de la gaîne, au côté de celui qui les a précédés immédiatement.

» La singulière forme de la feuille des *Iris* a frappé tous les botanistes; on l'a considérée comme une feuille pliée sur elle-même et dont les deux côtés seraient soudés par la face supérieure. Quand on en fait une coupe transversale, on ne lui trouve rien de bien apparemment anomal à première vue; mais un examen attentif fait voir qu'à la place de la nervure médiane n'est pas le plus gros faisceau, ni le premier né; il y a là, au contraire, un ou deux des plus petits. Les plus forts et les premiers apparents sont situés vers le milieu de chaque face latérale. En suivant l'apparition des vaisseaux, on trouve que c'est dans l'un de ces plus gros faisceaux, placé un peu plus près du dos que du bord antérieur, que monte de la tige le premier vaisseau. Celui qui vient ensuite entre dans un faisceau situé un peu plus en avant et du côté opposé, puis il en naît un dans un faisceau plus dorsal; ils se succèdent ainsi à droite et à gauche de la nervure principale ou *médiane de chaque face*, en sorte que la nervure qui occupe la place de la nervure médiane vraie de la feuille et qui en a l'orientation

n'en possède que bien après les gros faisceaux du milieu des faces. Toutefois, ce sont les nervures longitudinales les plus rapprochées du bord antérieur qui en acquièrent les dernières.

» Le premier vaisseau de chacune des principales nervures primaires monte ordinairement de la tige; mais, comme ailleurs, les vaisseaux des nervures plus rapprochées des bords, surtout du bord antérieur, apparaissent souvent libres par les deux bouts dans la lame elle-même.

» L'espace disponible m'obligeant à être bref, j'ajouterai seulement qu'outre les faisceaux primaires il y a encore des faisceaux longitudinaux secondaires. On les voit commencer à diverses hauteurs, souvent dans la région moyenne (*Iris germanica*); d'autres débutent plus haut; d'abord libres par les deux bouts, ils s'unissent ensuite par leur extrémité supérieure à un ou deux faisceaux voisins, tandis que l'autre extrémité s'allonge par en bas (*Iris ruthenica*, bel exemple). Quelques-uns s'étendent par fragments d'abord isolés, réunis plus tard (*Iris lutescens*). Tous ces faisceaux secondaires ou tertiaires, etc., ne descendent pas jusqu'au bas de la feuille; beaucoup se terminent au côté de l'un des deux faisceaux voisins, auxquels ils se relient aussi çà et là par des fascicules transverses.

» *Conclusions.* — Les expressions *formation basifuge* et *formation basipète* ont été instituées pour désigner l'ordre d'apparition des parties externes de la feuille (folioles, lobes et dents); les feuilles de la plupart des Monocotylédones n'ayant à l'extérieur, pour les caractériser (les poils n'existant souvent pas, et la gaîne, quand elle est ouverte, n'étant pas toujours bien sensible), que leurs nervures longitudinales à peu près parallèles, et les vaisseaux de celles-ci naissant les uns de bas en haut, les autres de haut en bas, on ne peut ranger ces feuilles dans un type exclusivement basipète; il est donc rationnel de désigner par *formation parallèle* le type qu'elles constituent, comme je l'ai fait dès 1853. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la loi de réciprocité dans la théorie des nombres.* Note de M. SYLVESTER.

« Soit $\left(\frac{Q}{P}\right)$ le symbole bien connu de Jacobi, généralisation du symbole $\left(\frac{Q}{p}\right)$ de Legendre. Selon que $\left(\frac{Q}{P}\right) = +1$ ou -1, je dirai que l'aspect quadratique ou simplement l'aspect de Q vers P est positif ou négatif. On accorde que Q et P peuvent l'un et l'autre être ou positifs ou négatifs, avec

la convention que $\left(\frac{Q}{-P}\right) = \left(\frac{Q}{P}\right)$ et $\left(\frac{Q}{1}\right) = 1$. Alors il est plus ou moins distinctement reconnu que, Q, P étant tous les deux nombres impairs et relativement premiers, si Q et P ne sont pas tous les deux négatifs, $\left(\frac{Q}{P}\right)\left(\frac{P}{Q}\right) = 1$ quand Q et P *ne sont pas* et $= -1$ quand Q et P *sont* tous les deux de la forme $4m + 3$.

» Mais, si Q et P sont tous les deux négatifs, $\left(\frac{Q}{P}\right)\left(\frac{P}{Q}\right) = -1$ quand Q et P *ne sont pas* et $= 1$ quand Q et P *sont* tous les deux de la forme $4m + 3$.

» Servons-nous du mot *reste quaternaire* pour exprimer le reste minimum absolu d'un nombre impair par rapport au module 4. Ce reste sera ou $+1$ ou -1. Servons-nous aussi, en général, du symbole $\binom{m}{n}$ ou $\binom{n}{m}$ pour signifier un nombre qui est -1 quand m et n sont tous les deux négatifs et $+1$ dans le cas contraire. Soient a, b deux nombres quelconques positifs ou négatifs, impairs et relativement premiers, a' et b' leurs restes quaternaires; alors, en vertu des théorèmes précédents, on aura

$$\left(\frac{a}{b}\right)\left(\frac{b}{a}\right) = \binom{a}{b}\binom{a'}{b'},$$

formule qui constitue le véritable théorème de réciprocité et suffit à elle-même comme formule universelle de réduction, sans avoir besoin de supplément (*Ergänzung*) aucun.

» Je nomme, en général, *chaîne réductive* une suite de chiffres positifs ou négatifs dont le dernier est l'unité positive ou négative et dont chaque terme intermédiaire est un diviseur de la différence de ses deux termes voisins; une telle suite se nomme *chaîne réductive impaire* quand tous les termes sont impairs. Il est évident qu'on peut toujours former une chaîne réductive impaire dont les deux premiers termes sont des nombres impairs donnés, car dès le second terme on peut trouver des termes continuellement décroissants qui rempliront les conditions imposées.

» Or je dis que, pour trouver la valeur de $\left(\frac{b}{a}\right)$, on n'a qu'à former une chaîne réductive impaire commençant avec a, b et une chaîne auxiliaire dont les termes sont les résidus quaternaires des termes de la première; alors, selon que la somme des nombres des permanences des signes *moins* prises dans une suite et dans l'autre est paire ou impaire, l'*aspect* de b vers a sera positif ou négatif.

» En voici la preuve. Soient

$$\begin{matrix} a, & b, & c, & d, & \ldots, & h, & k, & l, \\ a', & b', & c', & d', & \ldots, & h', & k', & l', \end{matrix}$$

la première une suite réductive impaire et la seconde une suite auxiliaire formée avec les restes quaternaires de l'autre. Alors on aura

$$\begin{aligned} \left(\frac{b}{a}\right) &= \binom{b}{a}\binom{b'}{a'}\left(\frac{a}{b}\right) = \binom{b}{a}\binom{b'}{a'}\left(\frac{c}{b}\right), \\ \left(\frac{c}{b}\right) &= \binom{c}{b}\binom{c'}{b'}\left(\frac{b}{c}\right) = \binom{c}{b}\binom{c'}{b'}\left(\frac{d}{c}\right), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \left(\frac{k}{h}\right) &= \binom{k}{h}\binom{k'}{h'}\left(\frac{h}{k}\right) = \binom{k}{h}\binom{k'}{h'}\left(\frac{l}{k}\right), \\ \left(\frac{l}{k}\right) &= \binom{l}{k}\binom{l'}{k'}\left(\frac{k}{l}\right) = \binom{l}{k}\binom{l'}{k'}. \end{aligned}$$

Donc

$$\begin{aligned} \left(\frac{b}{a}\right) = &\quad \binom{b}{a}\binom{c}{b}\cdots\binom{k}{h}\binom{l}{k} \\ &\times \binom{b'}{a'}\binom{c'}{b'}\cdots\binom{k'}{h'}\binom{l'}{k'} \\ &= (-1)^{n+n'}, \end{aligned}$$

n étant le nombre de fois que les successions a, b; b, c; ...; h, k; k, l contiennent deux signes — et n' le nombre correspondant pour a', b'; b', c'; ...; h', k'; k', l'; c'est-à-dire l'aspect de b vers a sera positif ou négatif, selon que $n + n'$ (que je nommerai ν) est pair ou impair, ce qui était à démontrer.

» Je ferai l'application de cette méthode de calculer le symbole $\left(\frac{b}{a}\right)$ à des exemples tirés du Traité (*Zahlentheorie*) de Lejeune-Dirichlet. Pour trouver $\left(\frac{195}{1901}\right)$, on forme la chaîne réductive

$$\overset{+}{1901} \quad \overset{+}{195} \quad \overset{-}{49} \quad \overset{-}{1},$$

qui donne la chaîne auxiliaire

$$\overset{+}{1} \quad \overset{-}{1} \quad \overset{-}{1} \quad \overset{-}{1}.$$

» On a donc $n = 1$, $n' = 2$, $\nu = n + n' = 3$; conséquemment $\left(\frac{195}{1901}\right) = -1$, et, puisque 1901 est nombre premier, 195 est non-résidu quadratique de ce

nombre. Pour trouver $\left(\frac{74}{101}\right) = \left(\frac{-27}{101}\right)$, on obtient les deux chaînes (omettant dans la seconde le chiffre constant 1)

$$\begin{array}{cccc} + & - & - & + \\ 101, & 27, & 7, & 1, \\ + & + & + & +; \end{array}$$

$\nu = 1 + 0 = 1$, et, comme auparavant, 74 est non-résidu au nombre premier 101.

» Si $b > a$, les suites prendront la forme

$$\begin{array}{l} a,\ b,\ a,\ d,\ \ldots,\ l, \\ a',\ b',\ a',\ d'\ \ldots,\ l', \end{array}$$

et, puisque la somme des permanences négatives dans aba et $a'b'a'$ est évidemment 0, 2 ou 4, on peut faire abstraction de ces parties de la chaîne double dans le calcul. Ainsi, par exemple, on aura pour $\left(\frac{27}{103}\right)$

$$\begin{array}{ccccc} + & + & - & - & + \\ 103, & 27, & 5, & 3, & 1, \\ - & - & - & + & + \end{array}$$

et pour $\left(\frac{103}{27}\right)$

$$\begin{array}{cccc} + & - & - & + \\ 27, & 5, & 3, & 1, \\ - & - & + & + \end{array}$$

» Comme dernier exemple, je trouverai la valeur générale de $\left(\frac{2}{k}\right)$, c'est-à-dire de $\left(\frac{2-k}{k}\right)$. Si l'on donne à n les valeurs 1, 3, 5, 7, on obtient les chaînes doubles

$$\begin{array}{c} + \\ 1; \\ + \end{array} \quad \begin{array}{cc} + & - \\ 3, & 1; \\ - & - \end{array} \quad \begin{array}{ccc} + & - & - \\ 5, & 3, & 1; \\ + & + & - \end{array} \quad \begin{array}{cccc} + & - & - & + \\ 7, & 5, & 3, & 1; \\ - & - & + & + \end{array}$$

et, en général, pour $n = 2i + 1, 3, 5, 7$, on trouvera très facilement que les valeurs des quatre chaînes doubles de signes qui y correspondent seront

$$\begin{pmatrix} + & - & - & + \\ + & + & - & - \end{pmatrix}^i \begin{matrix} + \\ + \end{matrix}; \quad \begin{pmatrix} + & - & - & + \\ - & - & + & + \end{pmatrix}^i \begin{matrix} + & - \\ - & - \end{matrix};$$

$$\begin{pmatrix} + & - & - & + \\ + & + & - & - \end{pmatrix}^i \begin{matrix} + & - & - \\ + & + & - \end{matrix}; \quad \begin{pmatrix} + & - & - & + \\ - & - & + & + \end{pmatrix}^i \begin{matrix} + & - & - & + \\ - & - & + & + \end{matrix},$$

où l'indice supérieur i signifie que les signes contenus dans les parenthèses doivent être i fois répétés. Il est à remarquer que dans ces suites répétées de quatre signes il n'arrive jamais que le premier et le dernier signe sont

tous les deux négatifs; de sorte qu'on n'obtiendra aucune permanence négative à la jonction de deux de ces suites.

» On aura donc la somme des permanences négatives pour ces quatre cas égale à

$$2i,\quad 2i+1,\quad 2i+1,\quad 2i+2,$$

respectivement : de sorte que l'aspect de 2 vers $8i+1,7$ est positif et vers $8i+3,5$ négatif : résultat qu'on a ainsi déduit avec l'aide de la seule formule de réduction pour les nombres impairs.

» Il est digne de remarque que, puisque $\left(\frac{b}{a}\right)=\left(\frac{b}{-a}\right)$, il s'ensuit que, si, dans une série réductive impaire quelconque et la série de ses restes quaternaires, on change simultanément le signe des termes alternés en commençant avec le premier terme en chacune, la somme des permanences des signes négatifs sera augmentée ou diminuée par un nombre pair. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1880.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Savigny : MM. Blanchard, de Quatrefages, Milne Edwards, Ch. Robin et de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Alph. Milne Edwards et baron Larrey.

Prix Montyon (Médecine et Chirurgie) : MM. Gosselin, Vulpian, Marey, Bouillaud, baron Larrey, baron Cloquet, Bouley, Milne Edwards et Ch. Robin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Sedillot et de Lacaze-Duthiers.

Prix Godard : MM. Vulpian, Gosselin, Ch. Robin, Bouillaud et baron Cloquet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Milne Edwards et Bouley.

Prix Dusgate : MM. Vulpian, Bouillaud, Gosselin, Marey et Ch. Robin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouley et baron Larrey.

Prix Boudet : MM. Pasteur, Gosselin, Vulpian, Marey et Bouley réu-

nissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Dumas et Ch. Robin.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Recherches expérimentales sur la décomposition de quelques explosifs en vase clos; composition des gaz formés.* Note de MM. SARRAU et VIEILLE, présentée par M. Berthelot.

(Commissaires MM. Peligot, Sainte-Claire Deville, Berthelot.)

« Ces recherches ont été entreprises pour fixer les conditions d'emploi du coton-poudre dans les mines.

» Depuis les perfectionnements importants que M. Abel a apportés à la fabrication du coton-poudre, on prépare cet explosif en masses homogènes, de forme et de densité déterminées; on le conserve sans danger à l'état humide; enfin sa puissance explosive, comparable à celle de la dynamite, est très supérieure à celle de la poudre. Par suite, son emploi dans les mines offre de grands avantages. Un inconvénient qu'il présente cependant est la production, par l'explosion, de gaz méphitiques qui incommodent les ouvriers dans les galeries. Sa décomposition forme, en effet, de l'oxyde de carbone. On peut y obvier en ajoutant au coton-poudre un oxydant, tel qu'un nitrate.

» Dans ce travail, nous étudions comparativement les produits formés, la chaleur dégagée, la pression développée par l'explosion en vase clos :

» 1° Du coton-poudre pur [1];

» 2° D'un mélange par parties égales de coton-poudre et de nitrate de potasse;

» 3° D'un mélange de 40 parties de coton-poudre et 60 parties de nitrate d'ammoniaque;

» 4° De la nitroglycérine;

---

(1) La composition pondérale du coton-poudre, déduite de l'analyse organique et vérifiée par l'analyse élémentaire des produits de la décomposition, nous a conduits à considérer les produits de la fabrication courante de l'usine française du Moulin-Blanc comme un mélange de $3^{\text{éq}}$ de cellulose trinitrée et $1^{\text{éq}}$ de cellulose binitrée,

$$3[C^{12}H^{7}(AzO^{4})^{3}O^{10}] + C^{12}H^{8}(AzO^{4})^{2}O^{10},$$

correspondant à la formule brute

$$C^{48}H^{29}Az^{11}O^{84}.$$

» 5° De la poudre de mine ordinaire ([1]).

» Nous exposons aujourd'hui l'étude des gaz formés pendant l'explosion en vase clos.

» Des expériences antérieures ayant démontré que la nature et la composition des gaz dépendent des conditions de leur production, et notamment de la pression sous laquelle ils se forment, nous avons opéré sur des gaz recueillis dans une éprouvette close, en y mesurant la pression maximum.

» L'analyse volumétrique des produits gazeux a été complétée par la mesure absolue du volume occupé, à la température 0° et sous la pression normale, par les gaz d'un poids déterminé d'explosif.

» Voici les principaux résultats obtenus :

» 1° *Coton-poudre.* — La composition et le volume des gaz ont été déterminés dans quatre conditions différant par la densité moyenne des produits. Il résulte des chiffres d'expérience que, lorsque cette densité augmente, la proportion d'oxyde de carbone diminue progressivement, celle de l'acide carbonique variant en sens inverse.

» Les formules suivantes, qui représentent très bien la composition des gaz produits dans les quatre conditions de nos expériences, montrent suivant quelle loi la décomposition de la substance se modifie par la pression. Ces formules correspondent à la décomposition de $1^{éq}$ de coton-poudre $C^{48}H^{29}Az^{11}O^{84}$:

Densité.	Formule de décomposition.
0,010........	$33CO + 15CO^2 + 8H + 11Az + 21HO$
0,023........	$30CO + 18CO^2 + 11H + 11Az + 18HO$
0,200........	$27CO + 21CO^2 + 14H + 11Az + 15HO$
0,300........	$26CO + 22CO^2 + 15H + 11Az + 14HO$

» Elles indiquent que, pour des valeurs croissantes de la densité de chargement, l'oxyde de carbone et l'acide carbonique tendent à se produire en volumes égaux suivant la formule

$$C^{48}H^{29}Az^{11}O^{84} = 24CO + 24CO^2 + 17H + 11Az + 12HO,$$

et l'on peut admettre que cette formule représente sensiblement le mode de décomposition réalisé dans les conditions ordinaires de la pratique, qui utilisent généralement le coton-poudre sous de fortes densités de chargement.

» 2° *Coton-poudre au nitrate de potasse.* — L'analyse des gaz montre que l'oxydation de l'explosif est incomplète sous les faibles densités de charge-

---

([1]) Cette poudre est, au dosage : salpêtre, 62; soufre, 20; charbon, 18.

ment, bien que la proportion de l'oxydant soit notablement supérieure à celle qui correspond théoriquement à une combustion complète; mais, à la densité 0,3 et aux densités supérieures, l'oxyde de carbone disparaît et la décomposition du mélange s'effectue régulièrement suivant la formule

$$C^{48}H^{29}Az^{11}O^{84} + 12(AzO^5KO)$$
$$= 36CO^2 + 23Az + 19O + 29HO + 12CO^2KO.$$

» 3° *Coton-poudre au nitrate d'ammoniaque.* — La combustion est complète, même sous de très faibles densités de chargement. Les résultats de l'analyse montrent que la réaction correspond à l'équation

$$C^{48}H^{29}Az^{11}O^{84} + 22(AzO^6H, AzH^3) = 48CO^2 + 55Az + 117HO + 3O,$$

dont le premier membre représente exactement la composition du mélange (déduction faite de l'humidité et du résidu salin contenus dans le coton-poudre), et dont le second membre est établi en supposant que la décomposition du nitrate engendre, suivant un des modes étudiés par M. Berthelot, de l'oxygène, de l'azote et de l'eau.

» 4° *Nitroglycérine.* — Suivant une remarque de M. Berthelot, la composition des produits d'une explosion peut être prévue quand l'explosif contient assez d'oxygène pour transformer les éléments en composés stables au plus haut degré d'oxydation. Cette condition est remplie par la nitroglycérine, et l'expérience vérifie, en effet, que sa décomposition en vase clos est représentée par l'équation théorique

$$C^6H^5Az^3O^{18} = 6CO^2 + 3Az + O + 5HO.$$

» 5° *Poudre de mine.* — La composition des gaz a été trouvée sensiblement la même pour des densités égales à 0,3 et 0,6; elle est donnée plus bas. En résumé, nous concluons de ces résultats la composition qualitative et quantitative des gaz fournis par chaque explosif dans les conditions normales de son emploi. Le tableau suivant fait connaître (en litres) le volume de chacun des gaz par kilogramme de la substance dans ces conditions.

Désignation de la substance.	CO.	CO^2.	H.	Az.	O.	C^2H^4.	HS.	Volume total.
								lit
Coton-poudre pur	234	234	166	107	»	»	»	741
Coton-poudre au nitrate de potasse	»	171	»	109	45	»	»	325
Coton-poudre au nitrate d'ammon.	»	184	»	211	6	»	»	401
Nitroglycérine	»	295	»	147	25	»	»	467
Poudre de mine ordinaire	64	150	4	65	»	4	17	304

Mme **Labadie de Lalande**, dans une Communication relative au Phylloxera, rappelle le procédé dont M. Garros fait usage pour traiter la vigne, et qui consiste dans l'emploi du mélange suivant : 1^{mc} de chaux vive, avec 150^{kg} de sel marin et 8^{kg} de sulfate de cuivre. Le tout est broyé et mélangé à l'aide d'une machine spéciale.

Après avoir indiqué les résultats auxquels M. Garros affirme être arrivé, l'auteur de la Communication ajoute : « Je n'ai pas eu pour mon compte un résultat aussi concluant; cependant mes vignes se maintiennent, tandis que celles de mes voisins, attaquées en même temps, paraissent beaucoup plus malades. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **A. Poirot** soumet à l'Académie un moyen de combattre le Phylloxera, déjà proposé plusieurs fois, et qui consiste à intercaler une ligne de plants d'absinthe entre deux lignes de ceps de vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. **Bresse** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Mécanique.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **Haton** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Mécanique.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

ASTRONOMIE. — *Paraboloïdes cométaires.* Note de M. **P.-E. Chase.**

« Des Communications récentes faites à l'Académie par MM. Gaussin (¹) et Faye (²) m'ont conduit à examiner à nouveau quelques-unes de mes discussions antérieures relatives à l'influence des forces de projec-

(¹) *Comptes rendus*, t. XC, p. 518, 593.
(²) *Ibid.*, p. 566.

tion et des collisions périfocales sur la production de ruptures dans les nébuleuses et la formation de noyaux cosmiques [1]. J'ai réuni quelques-uns des résultats de cet examen en comparant ce que me donne l'application [2] de l'équation générale

$$x_n = \xi \eta^n \zeta^{n^2} \tag{1}$$

avec ce que fournit l'équation analogue de M. Gaussin [3]

$$a = \alpha h^n. \tag{2}$$

» Si nous prenons le rayon du Soleil $r_0 = 1$, $\xi = 16,164$, $\eta = 1,6252$, $\zeta = 1,013$, l'équation (1) donne une série d'abscisses paraboloïdales qui représentent d'importantes relations cosmiques.

» Des corps tombant vers le centre d'un système cosmique à partir d'une distance nd acquièrent la vitesse de révolution d, $(\sqrt{gd})$ à la distance $\frac{nd}{n+1}$. Donc $\frac{d_0}{2}$, $\frac{2d_1}{3}$, $\frac{3d_2}{4}$, ... représentent des points où l'affaissement nébulaire tendrait à produire une rupture avec révolution orbitaire en rapport avec d_0, d_1, d_2, ...

» Dans le Tableau I, P représente les valeurs données par Stockwell pour les points périhéliques séculaires de rupture, exprimées en prenant r_0 pour unité; A donne les valeurs aphéliques séculaires; T les distances théoriques de rupture déterminées par l'équation (1).

Tableau I.

		P.	T.	A.
$\frac{1}{2}$ Mercure....	$\xi\eta^2\zeta^4$	31,91	44,94	51,14
$\frac{1}{2}$ Vénus......	$\xi\eta^3\zeta^9$	72,11	77,91	83,07
$\frac{2}{3}$ Terre......	$\xi\eta^4\zeta^{16}$	133,34	138,58	152,71
$\frac{3}{4}$ Mars......	$\xi\eta^5\zeta^{25}$	210,96	252,93	279,38
$\frac{4}{5}$ Cérès......	$\xi\eta^6\zeta^{36}$	438,66	473,69	511,84
$\frac{5}{6}$ Jupiter.....	$\xi\eta^7\zeta^{49}$	873,59	910,30	986,75
$\frac{6}{7}$ Saturne....	$\xi\eta^8\zeta^{64}$	1606,19	1795,05	1902,03
$\frac{7}{8}$ Uranus.....	$\xi\eta^9\zeta^{81}$	3319,21	3632,14	3881,96
$\frac{7}{6}$ Neptune....	$\xi\eta^{10}\zeta^{100}$	7408,37	7541,32	7626,46

» Les valeurs périhéliques et aphéliques de $\frac{4}{6}$ Cérès s'obtiennent en pre-

[1] *Proceed. Am. phil. Soc.*, t. IX-XII.

[2] *Ibid.*, t. XII, p. 520.

[3] *Loc. cit.*, p. 520. L'équation (2) est un cas particulier de l'équation (1), où l'on a fait $\zeta = 1$.

nant les valeurs données par Newcomb pour l'excentricité (0,077) et la distance moyenne ($2,769 \rho_3 = 594,06 r_0$). Les autres valeurs de P et A sont empruntées aux éléments de distance planétaire et de variation séculaire de Stockwell, en prenant $214,54 r_0$ pour la valeur du demi-grand axe de l'orbite de la Terre.

» En divisant les valeurs de T du Tableau I par les coefficients respectifs de rupture ($\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \ldots$) et exprimant tout en fonction du demi-grand axe de l'orbite de la Terre pris pour unité, nous obtenons, dans la colonne C du Tableau II, les valeurs que nous voulons comparer à celles données par Gaussin, et qui sont indiquées dans la colonne G.

Tableau II.

	P.	C.	G.	A.
Mercure	0,297	0,419	0,362	0,477
Vénus	0,672	0,726	0,623	0,774
Terre	0,932	0,969	1,073	1,068
Mars	1,311	1,572	1,848	1,736
Astéroïdes	2,132	2,760	3,183	3,954
Jupiter	4,886	5,092	5,483	5,519
Saturne	8,734	9,761	9,445	10,343
Uranus	17,681	19,348	16,289	20,679
Neptune	29,598	30,120	28,025	30,470

» Les valeurs périhéliques et aphéliques de la bande astéroïdale sont représentées par les distances moyennes de (149) et (153). Toutes les autres valeurs contenues dans les colonnes P et A sont empruntées aux éléments de Stockwell.

» Les valeurs approchées données par Gaussin pour les distances de Vénus, la Terre, Mars, Uranus et Neptune sont toutes en dehors des limites des élongations séculaires de ces planètes. Mes valeurs sont toutes dans ces limites, et leurs valeurs approchées par rapport aux valeurs moyennes sont plus près de celles-ci que celles de toutes les autres séries semblables dont j'ai pu avoir connaissance.

» Les données pour la construction du paraboloïde cosmique se déduisent de la considération de l'oscillation linéaire (α), de la force vive (β, δ), de la rotation nucléaire et de la révolution orbitaire synchrone (γ), de l'oscillation sphérique (δ), des actions et réactions de projection intrastellaires et de l'attraction (ε), de l'ondulation lumineuse (ζ), et de l'affaissement et de la rupture nébulaire universelle.

» α. Le foyer de l'action paraboloïdale est le centre du Soleil. Le lieu

de la directrice est ainsi le lieu du centre linéaire d'oscillation du diamètre du Soleil, rapporté à la surface du Soleil ($\frac{2}{3}d - r = \frac{1}{3}r$).

» β, γ. L'abscisse fondamentale (ξ) est $\frac{4}{9}$L; $\frac{4}{9}$ représente la force vive relative du centre linéaire d'oscillation ($\frac{2}{3}$), et L est la limite de Laplace ou le lieu de la rotation et de l'évolution synchrone.

» δ. Le rapport initial ($n\zeta^2 = 1{,}66768$) diffère de moins de $\frac{1}{160}$ d'unité pour 100 de $\frac{5}{3}$, $\frac{5}{3}$ étant le rapport de la force vive de rupture à la force vive de rotation qui reste ($1 - 0{,}4 = 0{,}6$).

» ε. Le champ planétaire est géométriquement intermédiaire entre celui de la nucléation solaire et celui de la projection stellaire. Il y a neuf abscisses entre la surface du Soleil et $\frac{1}{2}$ Mercure, neuf aux lieux de rupture planétaire théoriques, neuf entre $\frac{7}{6}$ Neptune et la région des étoiles fixes.

» ζ. La vingt-septième abscisse à partir de la surface du Soleil ou la dix-neuvième à partir de ξ_1 ($\xi\eta^{19}\zeta^{361}$) est LM$\div r_0$, M étant le module d'élasticité de la lumière à la surface du Soleil ($L = 36{,}36\,r_0$, $M = 474{,}600\,r_0$).

» η. La vingt-huitième abscisse à partir de la surface du Soleil ($\xi\eta^{20}\zeta^{400}$) est 46352440. Quatre estimations récentes de la distance de α du Centaure donnent des nombres compris entre 45340000 et 48479500. Searle [1] cite des auteurs qui placent cette étoile entre 44252000 et 49169000. Newcomb dit [2] : « La moyenne de toutes les mesures faites jusqu'ici pour la parallaxe » de ce couple d'étoiles donne 0″,93 pour leur parallaxe la plus probable, » ce qui correspond à une distance de 22100 unités astronomiques. » Cela équivaut à $47413340\,r_0$.

» On verra aisément que les éléments du paraboloïde ($\frac{1}{6}r_0$, L, M) sont entièrement indépendants de toute distance planétaire observée ou théorique. On ne peut prendre pour ces éléments, dans les limites de l'incertitude possible, aucune valeur qui vienne infirmer ce fait évident que la position de rupture nébulaire de plusieurs planètes, le temps de la rotation solaire et les espaces interstellaires ont été déterminés par les lois qui gouvernent l'ondulation lumineuse. »

---

(1) *Outlines of Astronomy*, p. 396.

(2) *Popular Astronomy*, p. 205, note au bas de la page.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires simultanées et sur une classe de courbes gauches* [1]. Note de M. É. Picard, présentée par M. Hermite.

« Considérons le système d'équations linéaires simultanées

$$\frac{dx_1}{dt} = a_{11}x_1 + \ldots + a_{1n}x_n,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\frac{dx_n}{dt} = a_{n1}x_1 + \ldots + a_{nn}x_n,$$

où l'on suppose que les coefficients soient des fonctions doublement périodiques de la variable t.

» On pourra étendre à ce système les résultats que j'ai déjà eu l'honneur de communiquer à l'Académie (*Comptes rendus*, 16 janvier 1880), relativement à une équation linéaire unique à coefficients doublement périodiques. Je me propose, dans cette Note, de considérer le système suivant, formé de trois équations

$$\text{(I)} \qquad \begin{cases} \dfrac{du}{dt} = -\mathrm{A}v + \mathrm{B}w, \\ \dfrac{dv}{dt} = +\mathrm{A}u - \mathrm{C}w, \\ \dfrac{dw}{dt} = -\mathrm{B}u + \mathrm{C}v. \end{cases}$$

» Ce système jouit de la propriété de coïncider avec son système adjoint, tel qu'il a été envisagé par M. Darboux dans une Note récente sur les équations linéaires simultanées (*Comptes rendus*, 16 mars 1880). A et B sont des fonctions doublement périodiques de t aux périodes $2\mathrm{K}$ et $2i\mathrm{K}'$, et je supposerai, ce que l'on pourra reconnaître aisément, que les intégrales sont uniformes. Nous allons montrer qu'il y a toujours dans ce cas un système d'intégrales formé de fonctions doublement périodiques de première espèce, les périodes pouvant être, dans certains cas, $4\mathrm{K}$ et $4i\mathrm{K}'$ au lieu de $2\mathrm{K}$ et $2i\mathrm{K}'$. Soit

$$\text{(II)} \qquad \begin{cases} u_1 & v_1 & w_1, \\ u_2 & v_2 & w_2, \\ u_3 & v_3 & w_3 \end{cases}$$

[1] Une erreur typographique ayant été commise dans le dernier numéro pour l'impression de ce Mémoire, on le rétablit ici en entier. (*Note du Secrétaire perpétuel.*)

un système fondamental d'intégrales. On voit sans peine que

$$\text{(III)} \qquad u_m u_n + v_m v_n + w_m w_n = C_{mn},$$

m et n désignant l'un des nombres 1, 2, 3, et m pouvant être égal à n; les C sont des constantes. Supposons d'abord que le système (II) soit formé de fonctions de seconde espèce aux multiplicateurs respectifs λ_1, λ_2, λ_3 et λ'_1, λ'_2, λ'_3. Admettons que les constantes C_{11}, C_{22}, C_{33} ne soient pas toutes nulles; soit, par exemple, C_{11} différent de zéro : on aura alors nécessairement $\lambda_1^2, \lambda_1'^2 = 1$, ce qui démontre le théorème. Si ces trois constantes sont nulles, il ne peut en être de même à la fois des trois autres, car les six constantes C ne peuvent être nulles à la fois; on aura, par exemple, C_{12} différent de zéro, d'où l'on conclut $\lambda_1\lambda_2 = \lambda'_1\lambda'_2$; mais le déterminant formé par le tableau (II) a une valeur constante différente de zéro : c'est ce que l'on voit aisément. Ce qui montre que $\lambda_1\lambda_2\lambda_3 = \lambda'_1\lambda'_2\lambda'_3 = 1$, d'où nous concluons $\lambda_3 = \lambda'_3 = 1$, ce qui établit notre proposition.

» Nous avons supposé qu'un système fondamental était formé de fonctions doublement périodiques de seconde espèce. Supposons que nous n'ayons que deux systèmes d'intégrales de cette nature, u_1, v_1, w_1 et u_3, v_3, w_3. Nous pourrons compléter notre système fondamental par un système u_2, v_2, w_2, tel que

$$u_2(t+2K) = \lambda_1 u_2(t) + a u_1(t),$$
$$v_2(t+2K) = \lambda_1 v_2(t) + a v_1(t),$$
$$w_2(t+2K) = \lambda_1 w_2(t) + a w_1(t),$$

a étant une constante, et l'on a pour l'accroissement $2iK'$ des équations analogues. Ceci établi, on conclura de ce que tous les C ne peuvent pas être nuls, soit $\lambda_1^2 = 1$, soit $\lambda_3^2 = 1$, soit $\lambda_1\lambda_3 = 1$. Or on a d'autre part, puisque le déterminant formé par le tableau (II) est une constante, $\lambda_1^2\lambda_3^2 = 1$, et l'on voit que dans ce cas il y aura toujours un des multiplicateurs λ_1, λ_3 égal à l'unité.

» Enfin, dans le cas où il n'y a qu'un seul système d'intégrales doublement périodiques u_1, v_1, w_1, les deux autres systèmes jouiront des propriétés suivantes :

$$u_2(t+2K) = \lambda_1 u_2(t) + a u_1(t), \quad \ldots,$$
$$u_3(t+2K) = \lambda_1 u_3(t) + b u_2(t), \quad \ldots,$$

a et b étant deux constantes; et, en employant le même genre de considérations que précédemment, on établira que λ_1 est égal à l'unité.

» Parmi les systèmes ayant la forme (1), j'envisage le suivant, qui offre un certain intérêt en Géométrie,

$$\text{(IV)} \qquad \frac{du}{ds} = \frac{v}{R}, \quad \frac{dv}{ds} = -\frac{u}{R} - \frac{w}{r}, \quad \frac{dw}{ds} = \frac{v}{r}.$$

» Si R et r désignent les rayons de courbure et de torsion d'une courbe gauche que nous supposerons exprimés en fonction de l'arc s de la courbe, on a comme système d'intégrales de ces équations les neuf cosinus que font avec les axes de coordonnées la tangente, la normale principale et la binormale. Supposons que R et r soient des fonctions doublement périodiques de s, et telles que le système (IV) ait ses intégrales uniformes; la proposition que nous venons d'établir fait connaître une propriété de ces courbes : il existe une direction telle que la tangente, la normale principale et la binormale, pour tous les points de la courbe situés à une distance les uns des autres égale à la période, font avec elle des angles respectivement égaux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la formule de quadrature de Gauss.* Note de M. O. CALLANDREAU, présentée par M. Hermite.

« Les Communications intéressantes de M. Radau sur le calcul approché des intégrales m'engagent à présenter quelques remarques relatives à l'emploi des fractions continues algébriques dans le calcul numérique des fonctions.

» Je ne sais pas si l'on a remarqué que le sens de l'erreur commise pouvait être connu *a priori* dans une classe étendue de formules de transformation analogues à celles de Gauss; on peut même quelquefois obtenir une expression approchée des termes complémentaires : c'est ce qui arrive pour la formule de Gauss, en particulier, quand le rapport d'un terme au précédent, dans le développement de la fonction

$$a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_{2n} x^{2n+1} + a_{2n+1} x^{2n+1} + \ldots = f(x),$$

diminue à partir d'un certain terme, soit $a_{2n} x^{2n}$, en conservant le même signe : on a l'équation approchée très simple

$$a_0 x + a_1 \frac{x^2}{2} + a_2 \frac{x^3}{3} + \ldots = x \sum_{i=1}^{i=n} \mathrm{P}_i f(p_i x) + 2\pi a_{2n} \left(\frac{y}{\omega}\right)^{2n+1}$$

avec les conditions

$$\frac{4y}{(1+y)^2} = \omega x = \frac{a_{2n+1}}{a_{2n}} x.$$

» Considérons cette formule de transformation, étudiée, il y a déjà quelques années, par M. Hermite dans son cours à la Sorbonne :

$$\begin{aligned} &A_0 + A_1 x + A_2 x^2 + \ldots \\ &\quad = P_1 f(p_1 x) + P_2 f(p_2 x) + \ldots + P_n f(p_n x) + \varepsilon a_{2n} x^{2n} + \varepsilon' a_{2n+1} x^{2n+1} + \ldots. \end{aligned}$$

Les quantités p et P sont les racines et les résidus de la réduite d'ordre n $\frac{V}{U}$ de

$$\varphi(x) = \frac{A_0}{a_0} \frac{1}{x} + \frac{A_1}{a_1} \frac{1}{x^2} + \frac{A_2}{a_2} \frac{1}{x^3} + \ldots,$$

et les coefficients ε tirent leur signification de l'égalité

$$\frac{\varphi U - V}{U} = \frac{\varepsilon}{x^{2n+1}} + \frac{\varepsilon'}{x^{2n+2}} + \ldots.$$

» Il est clair que si l'équation $U = 0$ a toutes ses racines positives ou plus généralement imaginaires, la partie réelle étant positive, tous les termes du développement de U, suivant les puissances descendantes de x, auront le même signe. Le numérateur a-t-il tous ses termes de même signe, les coefficients $\varepsilon, \varepsilon', \ldots$ seront tous positifs ou tous négatifs. S'il en est de même des coefficients $a_{2n}, a_{2n+1}, \ldots$, il devient possible de décider du sens de l'approximation.

» Fait-on encore cette hypothèse que le rapport d'un terme au précédent, dans le développement de la fonction $f(x)$, diminue en conservant le même signe quand n augmente, les termes complémentaires demeureront inférieurs à

$$a_{2n} x^{2n} (\varepsilon + \varepsilon' \omega x + \varepsilon'' \omega^2 x^2 + \ldots).$$

» Soient $\varphi(x) = \int_0^1 \frac{dz}{x-z}$, $Z = z(z-1)$ et $X = x(x-1)$; l'identité

$$1.2.3\ldots n \int_0^1 \frac{Z^n dz}{(x-z)^{n+1}} = (-1)^n \int_0 \frac{D_z^n Z^n dz}{x-z},$$

écrite ainsi

$$D_x^n X^n \int_0^1 \frac{dz}{x-z} = \int_0^1 \frac{D_x^n X^n - D_z^n Z^n}{x-z} dz + (-1)^n 1.2.3\ldots n \int_0^1 \frac{Z^n dz}{(x-z)^{n+1}},$$

conduit, en faisant usage des fonctions $F(\alpha, \beta, \gamma)$ de Gauss, à ce résultat :

$$\varphi(x) = \frac{V}{U} + \frac{x^{-2n-1}}{2n+1}\left(\frac{2.4.6\ldots 2n}{1.3.5\ldots 2n+1}\right)^2 \frac{1}{2^{4n}} \frac{F\left(1+n, 1+n, 2+2n, \frac{1}{x}\right)}{F\left(-n, -n, -2n, \frac{1}{x}\right)}.$$

Il suffit, pour le but proposé, d'évaluer le quotient des deux fonctions F du second membre quand $\frac{1}{x}$ est remplacé par ωx. En posant $\omega x = \frac{4\gamma}{(1+\gamma)^2}$, et faisant usage de la formule (101) du Mémoire *Disquisitiones generales circa seriem....*

$$F\left[\alpha, \beta, 2\beta, \frac{4\gamma}{(1+\gamma)^2}\right] = (1+\gamma)^{2\alpha} F(\alpha, \alpha + \tfrac{1}{2} - \beta, \beta + \tfrac{1}{2}, \gamma^2),$$

on a

$$\frac{F(1+n, 1+n, 2+2n, \omega x)}{F(-n, -n, -2n, \omega x)} = (1+\gamma)^{4n+2} \frac{F(1+n, \frac{1}{2}, n+\frac{3}{2}, \gamma^2)}{F(-n, \frac{1}{2}, -n+\frac{1}{2}, \gamma^2)}.$$

» Quand n est assez grand, la fraction du second membre diffère peu de l'unité. En simplifiant les coefficients numériques avec la formule de Wallis, on obtient finalement

$$2\pi a_{2n}\left(\frac{\gamma}{\omega}\right)^{2n+1}. »$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorème sur les équations cubique et biquadratique.* Note de M. **Desboves.**

« *Lorsque les deux équations*

(1) $$aX^3 + bY^3 + gXY^2 + lYX^2 = cZ^3,$$

(2) $$aX^4 + bY^4 + dX^2Y^2 + fX^3Y + gXY^3 = cZ^2$$

sont telles, que les équations obtenues en égalant leurs premiers membres à zéro ont chacune une solution en nombres entiers, on peut déterminer une solution (X, Y, Z) *de l'une ou l'autre des équations* (1) *et* (2), *connaissant une solution* (x, y, z) *d'une équation de même degré, par des formules qui donnent les inconnues* X, Y, Z *exprimées, dans le cas de l'équation* (1), *par des fonctions du troisième degré en* (x, y, z), *et, dans le cas de l'équation* (2), *par des fonctions qui sont du quatrième degré pour les deux premières inconnues et du huitième degré pour la troisième.*

» On s'appuie, dans la démonstration du théorème, sur la résolution des équations de la forme

$$X^2 + AXY + BY^2 = V^3,$$
$$X^3 + AX^2Y + BXY^2 + CY^3 = V^2,$$

telle qu'elle a été donnée par Lagrange dans le Chapitre IX des *Additions à l'Algèbre d'Euler*.

» Quand a ou b est de la forme $x_1 + Ax_1y_1 + By_1^2$ dans le cas de l'équation cubique et de la forme

$$x_1^3 + Ax_1^2y_1 + Bx_1y_1^2 + Cy_1^3 + (A^2 - 2B)x_1^2z_1 + (AB - 3C)x_1y_1z_1 + ACy_1^2z_1 + (B^2 - 2AC)x_1z_1^2 + BCy_1z_1^2 + C^2z_1^3$$

dans le cas de l'équation biquadratique, on peut encore obtenir d'autres formules par les méthodes de Lagrange.

» Comme application du théorème général, on trouve sans peine les formules que M. Lucas a données dans le numéro du 12 avril dernier.

» En faisant connaître le théorème précédent, mon but a été surtout d'appeler de nouveau l'attention sur l'importance du Chapitre IX. »

THERMODYNAMIQUE. — *Equation générale donnant la relation qui existe pour tous les liquides entre leur température et la tension maximum de leurs vapeurs à cette température.* Note de M. **R. Pictet.**

» Cette Note est destinée à exposer sommairement le résultat de notre étude sur le *pouvoir volatil des liquides*.

» On sait que les beaux travaux de Regnault sur le pouvoir volatil des liquides ont conduit cet illustre physicien à une série de formules d'interpolation qui resteront classiques. Chaque liquide a sa formule empirique qui lui est propre.

» L'équation générale que nous allons développer est tirée directement de la Théorie mécanique de la chaleur, et sous une forme finie, dont l'intégration complète a été possible, *elle contient la totalité des équations d'interpolation de Regnault pour tous les liquides volatils connus*, c'est-à-dire qu'elle donne la tension maximum d'une vapeur quelconque à n'importe quelle température.

» Pour l'intelligence des raisonnements qui vont suivre, nous rappelle-

rons que, pour tout corps liquide passant à l'état de vapeur, on distingue les éléments calorifiques suivants :

» λ, chaleur latente de volatilisation à une température t;
» c, chaleur spécifique du liquide;
» k, chaleur spécifique des vapeurs;
» P, tension maximum des vapeurs à la température t;
» δ, densité des vapeurs, variable suivant la loi des covolumes.

» De plus, nous rappellerons que les vapeurs saturées en contact avec leur liquide générateur conservent rigoureusement la même tension, pendant la condensation ou pendant la vaporisation, tant que la température est invariable.

» Considérons maintenant le cycle suivant, qui est *complet* et parfaitement *réversible*.

» Je prends comme point de départ arbitraire une température t', que je suppose plus élevée que la température variable t. A cette température t', je volatilise dans une chaudière 1^{kg} de liquide quelconque sous la pression P'. Je fais entrer les vapeurs formées dans un cylindre maintenu constamment à la température t', et je laisse détendre les vapeurs de la pression P' à la pression P inférieure.

» Pendant la détente, les parois du cylindre maintiennent les vapeurs à la température t'. Au sortir du cylindre, les vapeurs entrent dans un échangeur de température, qui ramène dans la chaudière, par un tuyau central, le liquide condensé dans un réservoir (maintenu à la température t inférieure à t'). Les vapeurs sortent à la température t de l'échangeur et pénètrent dans le condenseur, où elles se liquéfient sous la pression P et à la température t. De là le liquide entre dans l'échangeur, et, comme la chaleur spécifique du liquide est toujours supérieure à celle des vapeurs, en rencontrant dans l'échangeur un poids égal de vapeur, la température du liquide ne sera jamais égale à t', mais elle sera inférieure, et la chaudière t' devra lui restituer la différence.

» Le cycle est fermé et absolument complet : nous avons pris 1^{kg} de liquide à la température t' au début, et à la fin nous avons également 1^{kg} de liquide dans les mêmes conditions de température et de pression.

» Nous allons calculer quelle est la somme des quantités de chaleur à fournir à la température t', puis nous appliquerons le second principe mécanique de la chaleur pour savoir quelle est la quantité maximum de travail que l'on peut obtenir entre les limites t' et t.

» Nous égalerons cette quantité de kilogrammètres au travail effectué

par la détente sur le piston moteur, et de cette équation nous déduirons la valeur de P en fonction de t. Nous aurons ainsi obtenu la relation cherchée qui nous fera connaître la tension maximum des vapeurs d'un liquide à n'importe quelle température t.

» Nous remarquerons que la chaudière fournit trois quantités de chaleur à t'.

» 1° λ', chaleur de volatilisation du liquide à t';

» 2° $\frac{F}{E}$, chaleur fournie par les parois du cylindre moteur pendant la détente des vapeurs et la production de F kilogrammètres;

» 3° $(c-k)(t'-t)$, chaleur nécessaire pour ramener le liquide sortant de l'échangeur à la température t'.

» Appliquons le second principe, et appelons $274 + t'$ la température absolue centigrade de la chaudière; il vient

$$(1) \qquad \left[\lambda' + (c-k)(t'-t) + \frac{F}{E}\right]\frac{t'-t}{274+t'} = F.$$

» Telle est l'équation mère du problème sous sa forme finie, intégrée entre t' et t.

» Reste à déterminer F, le travail du piston sous l'action de la vapeur. Si l'on suppose que la densité des vapeurs est constante, c'est-à-dire que la loi de Mariotte et de Gay-Lussac s'applique rigoureusement, on trouve pour l'expression du travail F l'équation suivante

$$(2) \qquad \frac{10333(274+t')}{1,293\delta \times 274}\int_{\frac{V}{P'}}^{\frac{V}{P}} \frac{dx}{x} = F,$$

d'où

$$(3) \qquad F = \frac{10333 \times (274+t')}{1,293\delta \times 274}\, l\left(\frac{P'}{P}\right) \text{ kilogrammètres.}$$

Si, au contraire, on admet que δ varie suivant la loi des covolumes, il faut partager le travail du piston en trois parties :

» 1° Admission de la vapeur sous pleine pression P', travail positif;

» 2° Détente des vapeurs de la pression P' à P; dans cette détente, δ est fonction de la pression, et l'intégration est de la forme

$$\alpha^2 \int_{\frac{V}{P'}}^{\frac{V}{P}} \frac{dx}{\delta(lx)x} = \text{travail de détente positif;}$$

» 3° Retour du piston sous la pression P; ce travail est négatif, puisque le sens du mouvement est opposé à la pression.

» Ce problème d'Analyse est compliqué de difficultés tirées de l'intégration de l'équation; nous n'exposerons que le résultat.

» Si l'on fait la somme algébrique des trois périodes correspondant au travail des vapeurs, en tenant compte de la loi des covolumes, et qu'on l'égale à la valeur de F tirée de l'équation (3), on trouve que la valeur numérique est identique si l'on donne à δ, dans l'équation (3), la valeur de δ pour la température t.

» Or, par les travaux de Regnault et de M. Hirn, cette valeur est connue pour plusieurs liquides et vapeurs. L'équation générale se simplifie beaucoup par ce fait et rentre complètement dans les problèmes élémentaires. En effet, nous n'avons qu'à substituer dans l'équation (1), à F, sa valeur tirée de l'équation (3), en nous rappelant que δ correspond à la température t, et nous obtiendrons l'équation générale cherchée

$$(4)\quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{\left[\lambda' + (c-k)(t'-t) + \dfrac{10333 \times (274+t')}{1,293\,\delta \times 274}\, l\left(\dfrac{P'}{P}\right)\right] \times (t'-t)\,431}{274+t'} \\ &= \frac{10333 \times (274+t')}{1,293\,\delta \times 274}\, l\left(\frac{P'}{P}\right). \end{aligned} \right.$$

» En réduisant cette équation et sortant $l\left(\frac{P'}{P}\right)$, on arrive à la forme définitive

$$(5)\qquad l\left(\frac{P'}{P}\right) = \frac{[\lambda' + (c-k)(t'-t)]\,431 \times 274 \times 1,293\,\delta\,(t'-t)}{10333\,(274+t')(274+t)}.$$

» Telle est la relation générale pour tous les liquides entre la pression variable P et la température correspondante t.

» Nous allons montrer, pour l'eau spécialement, combien cette formule est *rigoureuse*, car nous connaissons tous les paramètres avec exactitude.

» Prenons

$$t' = 200^\circ,$$
$$\lambda' = 464^{\text{cal}},3.$$

» Choisissons successivement pour t les températures

$$t = 150^\circ,\quad t = 100^\circ,\quad t = 82^\circ,\quad t = 40^\circ,\quad t = 0^\circ.$$

» Nous calculerons la pression correspondante P et nous formerons le Tableau suivant :

Valeurs de t.	Valeurs de δ.	P (Regnault).	P (calculé).
150°	0,654	3581,23	3580,17
120	0,640	1491,28	1492,00
100	0,632	760,00	760,50
82	0,627	384,43	384,51
50	0,615	91,98	91,82
20	0,608	17,39	17,43
0	0,603	4,60	4,59

» Le Tableau qui précède montre clairement qu'aucune formule d'interpolation ne suit plus rigoureusement les résultats de l'expérience.

» Nous avons appliqué la même formule au sulfure de carbone, à la benzine, à l'acide sulfureux, à l'ammoniaque, à l'éther sulfurique et à tous les liquides pour lesquels nous avons pu obtenir des paramètres précis. Dans toute l'étendue des vérifications expérimentales, l'accord a été complet comme pour l'eau. »

PHYSIQUE. — *Résumé des lois qui régissent la matière à l'état sphéroïdal.* Note de M. **P.-H. Boutigny.**

« Première loi. — *Température.* — La température des corps à l'état sphéroïdal est toujours inférieure à celle de leur ébullition; elle est de + 97° pour l'eau.

» Deuxième loi. — *Anéquilibre de température.* — Le corps à l'état sphéroïdal ne se met jamais en équilibre de température avec le vase qui le contient; sa température est toujours dans un état d'équilibre stable, qu'il soit dans une capsule à l'air libre ou dans le moufle d'un fourneau à coupelle. Mais, si le corps à l'état sphéroïdal ne se met pas en équilibre de température, la vapeur qui en émane s'y met toujours. Ces deux phénomènes se manifestent très nettement lorsqu'on opère dans une sphère creuse, disposée *ad hoc.*

» Troisième loi. — *Réflexion du calorique rayonnant.* — La matière à l'état sphéroïdal réfléchit le calorique rayonnant.

» Quatrième loi. — *Volume et masse des sphéroïdes.* — Les volumes de la matière à l'état sphéroïdal sont en raison inverse de leur densité, et leurs masses sont égales entre elles.

» CINQUIÈME LOI. — *Force répulsive à distance sensible.* — Cette loi est la plus importante de toutes, la plus riche en déductions, car nous la considérons comme l'antagoniste de l'attraction universelle.

» Sur le sol du Panthéon, dans l'axe de la coupole, on place sur un bon feu de charbon une large capsule de platine, dont on élève la température le plus possible. Cette disposition étant prise, on verse du haut du Panthéon (70^m de hauteur environ) de l'eau qui tombe dans la capsule sans la mouiller, et qui passe à l'état sphéroïdal instantanément.

» On recommence l'expérience en plein air quand il pleut ou quand il tombe de la grêle, et les résultats sont les mêmes que dans l'expérience du Panthéon. Peut-on dire que, dans ces expériences, l'eau et la grêle sont soutenues dans la capsule par la vapeur qui les enveloppe? Non, assurément; elles sont repoussées instantanément par la force répulsive que la chaleur fait naître dans la capsule.

» Opérons maintenant avec des corps non volatils qu'on ne peut pas distiller, mais que la chaleur décompose.

» On chauffe la capsule comme précédemment et l'on y projette de petits fragments de cire, de suif, d'acide stéarique ou margarique, ou bien quelques gouttes d'acide oléique ou d'une huile fixe, et voici ce qui se passe : comme les mouvements moléculaires ne se transmettent pas avec une très grande vitesse, le corps expérimenté reste suspendu sur la capsule *sans vapeur et sans gaz* provenant de sa décomposition; ensuite les gaz provenant de sa décomposition se dégagent, non de sa surface, mais de son intérieur : ils s'enflamment et le sphéroïde disparaît.

» Évidemment le corps en expérience n'étant pas volatil, ne donnant pas de vapeur, et les gaz provenant de sa décomposition n'étant pas encore produits, ce corps ne peut être soutenu au delà du rayon de l'activité physico-chimique de la capsule que par la répulsion de celle-ci. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dissociation de l'hydrate de butylchloral.* Note de MM. R. ENGEL et MOITESSIER, présentée par M. Wurtz.

« La densité de vapeur de l'hydrate de butylchloral n'a été prise qu'une fois par Krämer et Pinner, qui, alors, considéraient ce corps comme de l'hydrate de crotonchloral.

» Ces chimistes n'indiquent ni le procédé dont ils ont fait usage ni la température à laquelle ils ont opéré. Le poids moléculaire de l'hydrate de

crotonchloral étant 191,5, Krämer et Pinner ont trouvé 24,58 pour densité par rapport à l'hydrogène, soit sensiblement le huitième du poids moléculaire, et par suite le quart de la densité théorique. Ils admettent donc comme vraisemblable la décomposition de la molécule d'hydrate de crotonchloral en quatre molécules : eau, oxyde de carbone, acide chlorhydrique et dichlorallylène.

» Les résultats auxquels nous sommes arrivés diffèrent complètement de ceux de Krämer et Pinner.

» Une densité de vapeur de l'hydrate de butylchloral, prise par la méthode d'Hoffman dans un courant rapide de vapeur d'essence de térébenthine (rectifiée; ébullition, 160°), a donné par rapport à l'air le chiffre 3,328.

» Densité théorique pour $2^{vol} = 6,7$. La densité trouvée correspond donc à 4^{vol} de vapeur. Par le refroidissement de l'appareil, l'hydrate de butylchloral s'est reformé : il n'y avait donc pas eu décomposition.

» La dissociation de ce composé est, d'autre part, rendue évidente par les faits suivants :

» *a.* L'hydrate de butylchloral n'a pas de point d'ébullition. Il commence à passer à la distillation à 100°. Le thermomètre s'élève rapidement et reste stationnaire à 165°, point d'ébullition du butylchloral anhydre. Le liquide qui distille alors ne se solidifie plus par le refroidissement : c'est du butylchloral anhydre.

» *b.* A 100° déjà, la tension de vapeur de l'hydrate de butylchloral est supérieure à la pression atmosphérique : environ $0^{m},860$.

» *c.* On sépare facilement l'eau du butylchloral anhydre en distillant l'hydrate avec du chloroforme.

» *d.* La dissociation a lieu même lorsque le corps affecte l'état liquide. Lorsqu'on chauffe l'hydrate de butylchloral au-dessus de son point de fusion, on voit, en effet, le liquide se troubler, puis même se séparer en deux couches : une inférieure, qui est une solution aqueuse saturée d'hydrate de butylchloral ; une supérieure, formée par du butylchloral anhydre.

» *e.* Enfin, l'hydrate de butylchloral n'est plus volatil en présence de la vapeur d'un des produits de sa décomposition à une tension supérieure à la tension de dissociation du composé à la même température.

» Pour prouver ce fait, nous avons déterminé les tensions de dissociation de l'hydrate de butylchloral. Ces tensions ne sont qu'approchées. La dissociation est, en effet, toujours très lente en présence d'une certaine quantité des produits de dissociation. Dans la vapeur d'alcool, par exemple,

après deux heures de chauffe, le mercure baissait encore sensiblement entre deux lectures faites à dix minutes d'intervalle.

» Quoi qu'il en soit, voici les tensions observées :

°	m
A 16,8	0,0183
A 46,0	0,0628
A 65,0	0,1250
A 78,4	0,3310

» Deux densités de vapeur prises dans de la vapeur d'eau à une tension inférieure à la tension de dissociation de l'hydrate ont démontré que, dans ces conditions, la dissociation a lieu comme dans le vide :

Température.	Tension de l'eau.	Densité trouvée.
100°	0m,3386	3,55
100°	0m,4759	3,50

» A 65°, il nous était possible de mettre de l'hydrate de butylchloral en présence de vapeur d'eau à une tension supérieure à la tension de dissociation du composé. Dans ces conditions, le niveau du mercure resta le même avant et après l'introduction de l'hydrate de butylchloral. Le tube barométrique fut alors chauffé à 100°, de manière à déterminer la dissociation. En ramenant la température à 65°, le mercure se fixa au même niveau que précédemment. Enfin l'on introduisit, en continuant à maintenir la température à 65°, du crotonchloral anhydre, et, après quelques oscillations dues au liquide froid introduit, le mercure monta très lentement, mais d'une manière continue, dans le tube, et se maintint finalement à près de 0m,02 au-dessus du niveau primitif.

» Nous apportons donc une nouvelle preuve à l'appui de la loi que nous avons déjà formulée : *La dissociation d'un corps dont les deux composants sont volatils n'a plus lieu en présence de la vapeur d'un des composants à une tension supérieure à la tension de dissociation du composé.* »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de la glycérine dans les vins.* Note de M. **Raynaud**, présentée par M. Wurtz.

« Depuis que M. Pasteur, dans ses travaux remarquables, a montré parmi les produits de la fermentation alcoolique la présence constante de

la glycérine et de l'acide succinique, on sait que ces deux substances se trouvent dans le vin.

» Les chimistes qui font l'analyse du vin au point de vue des adultérations qu'il a pu subir sont donc amenés à doser dans ce liquide non seulement l'alcool, mais encore la glycérine et l'acide succinique qu'il renferme; en effet, la détermination du rapport entre ces trois principes permet seule à l'expert de découvrir s'il y a eu addition d'alcool pur au vin.

» M. Pasteur a indiqué la marche à suivre pour opérer ce double dosage; d'autres procédés, ayant le même but, ont été depuis recommandés.

» J'ai mis les divers procédés en pratique dans les recherches de falsification des vins, au laboratoire municipal de la Préfecture de police.

» J'ai observé que le dosage de la glycérine se fait exactement sans difficulté quand on opère sur les vins purs, tandis que ce même dosage donne des résultats erronés lorsqu'on l'effectue sur les vins qui ont été plâtrés et qui renferment toujours du sulfate de potassium.

» Dans ce dernier cas, j'ai toujours obtenu une séparation incomplète, et la glycérine pesée renfermait constamment du carbonate de potassium et des matières extractives.

» Dix analyses de vins plâtrés ont ainsi donné les chiffres suivants, pour 1^{lit} :

Glycérine impure renfermant	6^{gr}	à 10^{gr}
Glycérine	3,5	5,0
Carbonate de potassium	0,5	1,0
Matières extractives	2,0	4,0

» Les résultats ont toujours été d'autant plus défectueux que le vin soumis à l'analyse renfermait plus de sels potassiques.

» J'ai cherché la cause de ces faits; je crois la trouver dans la propriété que la glycérine possède de dissoudre notablement les sels potassiques et un grand nombre d'autres substances.

» L'expérience m'a montré que ce pouvoir dissolvant subsiste encore dans une liqueur éthéro-alcoolique et j'ai observé de plus, tout particulièrement, qu'une solution éthéro-alcoolique de glycérine peut dissoudre en même temps du carbonate de potassium et des matières extractives.

» J'explique ainsi comment l'extrait d'un vin pur ne renfermant pas plus de 2^{gr} à 3^{gr} de tartre par litre, soit de 0,4 à 0,6 de potassium à l'état de carbonate ou d'hydrate, abandonne la glycérine presque pure, par le traitement avec l'alcool éthéré, tandis que, par le même traitement, un vin plâtré qui contient de 4^{gr} à 5^{gr} de sulfate de potassium, soit de $1^{gr},8$ à $2^{gr},25$

de potassium, et dont l'extrait devient très alcalin, cède à l'alcool éthéré, avec la glycérine, une notable quantité de carbonate potassique et une proportion correspondante de matière extractive.

» De fait, au milieu d'un mélange d'alcool et d'éther, la glycérine dissout ainsi d'autant plus de matières extractives qu'elle tient d'abord en solution plus de carbonate de potassium. Cette observation m'a conduit à modifier la pratique suivie quand il faut doser la glycérine dans un vin plâtré, et, dans ce cas, voici comment j'opère.

» Le vin réduit par évaporation au cinquième de son volume est additionné d'acide hydrofluosilicique, puis d'alcool; les métaux alcalins sont ainsi précipités, et l'on peut recueillir les fluosilicates si l'on veut doser le potassium et le sodium. On ajoute ensuite de l'hydrate de baryte en léger excès, puis on évapore le tout dans le vide sur une certaine quantité de sable quartzeux destiné à diviser la masse extractive. On épuise par un mélange d'alcool et d'éther absolument purs, on évapore lentement la solution et l'on abandonne le résidu dans le vide sec, pendant vingt-quatre heures, au-dessus de l'anhydride phosphorique.

» La glycérine ainsi obtenue est à très peu près pure; par incinération, elle ne laisse que quelques milligrammes de cendres.

» Pour vérifier la pureté de la substance que j'obtiens, je me base sur ce que la glycérine distille sans altération dans le vide à la température de 180°, tandis que les matières étrangères qu'elle peut renfermer ne subissent pas de décomposition à cette même température, et je fais la distillation dans le vide à l'aide d'un appareil très simple.

» Un tube de verre est disposé horizontalement dans un bain de paraffine; on glisse jusqu'au milieu de ce tube une petite nacelle tarée renfermant la glycérine impure; on ferme une extrémité du tube, on met l'autre extrémité en communication avec une machine à faire le vide.

» La température du bain est élevée progressivement jusqu'à 180° et maintenue à ce point, puis le vide est fait dans le tube.

» Toute la glycérine se volatilise peu à peu; elle se condense en grande partie à l'extrémité froide du tube; après quelque temps, il ne reste plus dans la nacelle que les matières étrangères fixes. On rend l'air, on retire la nacelle et l'on en prend le poids.

» Comme contrôle, on reporte cette dernière dans le tube et l'on expose de nouveau dans le vide, à la température de 180°, le résidu pesé. Une heure après, on pèse de nouveau : on n'observe pas généralement de perte sensible. Le poids du résidu fixe, s'il y en a, peut être retranché du

poids initial de la glycérine, et cette dernière est ainsi dosée par différence.

» La glycérine dosée dans les vins plâtrés et soumise à cette épreuve ne m'a jamais donné un dixième de son poids de matière fixe, lorsque j'ai séparé préalablement le potassium à l'état de fluosilicate.

» Cette méthode par volatilisation de la glycérine peut être appliquée à un dosage rapide en opérant directement : l'extrait de 10cc de vin est neutralisé par une liqueur alcaline, puis desséché dans le vide à la température ordinaire. L'extrait neutre est pesé, exposé dans le vide à la température de 180° et pesé de nouveau : la perte de poids représente la glycérine.

» Des essais sont entrepris au Laboratoire municipal, sur les échantillons de vin qu'on y soumet journellement à l'analyse, à l'effet d'établir une table de correction applicable à ce dosage par différence. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la légumine.* Note de M. A. Bleunard.

« J'ai opéré avec la légumine retirée des pois comme je l'avais fait précédemment avec la matière organique de la corne de cerf (1).

» Voici les nombres trouvés pour 100gr de légumine chauffés dans un autoclave à 150° pendant quarante-huit heures avec 300gr d'hydrate de baryte :

	gr
Ammoniaque	4,5
Acide carbonique	3,1
Acide oxalique	4,38
Acide acétique	2,8

» Poids du résidu fixe : 100gr.

» L'analyse élémentaire du résidu fixe conduit à la composition centésimale suivante :

C	46,4
H	7,64
Az	12,76

» On conclut de ces nombres que la réaction de l'hydrate de baryte sur la légumine conduit sensiblement aux mêmes résultats que l'action de l'hydrate de baryte sur l'albumine. Il y a production d'un peu plus d'acide carbonique et d'un peu moins d'acides oxalique et acétique. Le résidu fixe

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 953; 1879.

est sensiblement de la forme $C^m H^{2m} Az^2 O^4$, avec $m = 8,5$, se rapprochant beaucoup de la constitution du résidu fixe de l'albumine. Mais les différences entre les constitutions de ces deux résidus fixes s'accusent plus nettement quand on considère l'analyse immédiate du résidu fixe de la légumine. J'ai trouvé en effet pour 100gr de ce résidu fixe :

Tyrosine	3gr
$C^{10}H^{20}Az^2O^4$ et leucine valérique ($C^5H^{11}AzO^2$)	31
$C^9H^{18}Az^2O^4$	15
$C^7H^{14}Az^2O^4$ et alanine ($C^3H^7AzO^2$)	51

» Nous avons pour la légumine un excès des glucoprotéines $C^7H^{14}Az^2O^4$ et $C^{10}H^{20}Az^2O^4$, tandis que la glucoprotéine $C^9H^{18}Az^2O^4$, qui est dominante dans l'albumine, devient plus rare dans la légumine [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la gélose*. Note de M. PORUMBARU.

« Depuis plusieurs mois je m'occupe d'un travail sur la gélose, travail difficile et long à cause des matières non cristallisées que l'on obtient à chaque instant. La Note que M. Morin a publiée dans les *Comptes rendus* sur la même matière m'oblige à faire connaître les résultats que j'ai obtenus jusqu'à ce jour, quoique mon travail soit loin d'être achevé.

» Payen, qui le premier a étudié quelques-unes des propriétés de la gélose, lui a assigné la composition suivante [2] :

C	42,770
H	5,775
O	51,445

» Ayant repris cette étude dans le but de préciser les fonctions chimiques de ce corps, j'ai trouvé, d'après mes analyses effectuées sur un produit précipité plusieurs fois de sa solution aqueuse, les chiffres suivants :

	I.	II.
C	44,09	44,34
H	6,20	6,36
O	49,89	49,30

déduction faite de 3,5 pour 100 de cendres.

(1) Ce travail a été exécuté au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

(2) *Comptes rendus*.

» La formule de la gélose, déduite de ces nouveaux résultats, serait

$$C^6H^{10}O^5,$$

formule analogue à celle de l'amidon de la lichénine, de l'inuline et de la tunisine.

» L'action prolongée de l'eau à l'ébullition transforme progressivement la gélose en une matière réduisant la liqueur cupropotassique et ne se prenant plus en gelée par le refroidissement.

» Entre 150° et 160° en tube fermé, la gélose est complètement transformée par l'eau au bout de vingt-quatre heures en un produit ulmique, insoluble dans l'eau, et un autre corps soluble réduisant la liqueur cupropotassique et déviant à gauche le plan de polarisation. Après évaporation à 100° dans le vide, sa composition centésimale a été trouvée la suivante :

C	35,64	35,70
H	7,10	7,08
O	57,26	57,22

» Elle est représentée par la formule

$$C^6H^{12}O^6 + H^2O,$$

formule analogue à celle de la glucose plus 1 équivalent d'eau.

» Ce produit, fort hygroscopique, ne fermente pas sous l'action de la levûre de bière.

» $0^{gr},2$, dissous dans 100^{cc} d'eau et renfermé dans un tube de $0^m,20$ de longueur, dévie de $-7°30'$ le plan de polarisation; 50^{cc} de cette liqueur réduisent 10^{cc} de la liqueur cupropotassique normale; pouvoir réducteur à peu près égal à celui de la glucose.

» La composition centésimale du produit ulmique, de couleur brune, est la suivante :

C	64,22	63,67
H	4,42	4,51
O	31,36	31,82

» Pour les températures intermédiaires depuis 100° jusqu'à 150° et pour des espaces de temps moindres de vingt-quatre heures, les réactions indiquées plus haut sont plus ou moins complètes. A 130°, la gélose dissoute est abandonnée par le refroidissement sous forme de gelée compacte, que surmonte un produit réduisant la liqueur cupropotassique. A 140°, on ob-

tient trois produits : un liquide réducteur, une gélose floconneuse et un produit ulmique.

» Une solution d'acide sulfurique à $\frac{1}{100}$ transforme, à 100°, la gélose en un produit ulmique et une liqueur qui ne se prend plus en gelée et qui réduit la liqueur cupropotassique. Cette substance, évaporée dans le vide, fournit un corps soluble dans l'alcool et cristallisant en longues aiguilles, et un corps insoluble dont la composition centésimale est la suivante :

C....................	44,10	43,75
H....................	6,20	6,30
O....................	49,70	49,95

formule analogue à celle de la gélose. Ce produit ne fermente pas sous l'action de la levûre de bière.

» Le chlorure d'acétyle donne, à 100° en tube scellé, un produit soluble qui ne réduit pas la liqueur de Fehling, et un autre corps de couleur jaune insoluble dans l'eau et soluble dans l'alcool.

» On voit, par ce qui précède, que mes résultats diffèrent en plusieurs points de ceux obtenus par M. Morin.

» Ce travail, que j'ai l'intention de poursuivre, a été exécuté au Collège de France, dans le laboratoire de M. Schützenberger, que je tiens à remercier pour les conseils et l'appui qu'il m'a toujours donnés. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Variations de la température avec l'altitude pour les grands froids de décembre 1879 dans le bassin de la Seine.* Note de M. G. LEMOINE, présentée par M. Lalanne.

« Dans le bassin de la Seine, de même qu'aux environs du Puy-de-Dôme, les grands froids du mois de décembre 1879 ont été moins intenses dans les stations très élevées que dans celles d'une altitude ordinaire.

» Ce fait remarquable est constaté par le relevé suivant des thermomètres minima qui ont été confiés à un certain nombre d'observateurs du service hydrométrique du bassin de la Seine. Les plus basses températures de décembre 1879 ont eu lieu du 9 au 10 et du 16 au 17. Les minima observés sur le massif du Morvan à des altitudes de 600^{m} à 900^{m} sont inférieurs de plusieurs degrés à ceux qui ont été constatés dans la région environnante du Nivernais et de la Bourgogne, à des altitudes variant

entre 400^m et 100^m. A Paris et à Senlis, le froid n'est guère moindre qu'à Clamecy et à Tonnerre.

	Altitude.	Plus basses températures minima. Du 8 au 10.	Du 16 au 18.
Haut-Follin, point le plus haut du Morvan.	902^m	—22°,5	—13°,0?
Les Coureaux, col situé entre le Haut-Follin et les sources de l'Yonne..	800	—17,0	—13,0
La Croisette, près du Haut-Follin, au lieu dit *Bois-l'Abbesse*....................	650	—17,0	—17,0
Les Settons (Nièvre), près des sources de la Cure	596	—18,0	—15,2
Pannetière (Nièvre), près Montreuillon, sur la rivière d'Yonne..................	276	—22,0	—22,0
La Colancelle (Nièvre), point de partage du canal du Nivernais................ ...	279	—26,5	—24,6
Clamecy (Nièvre)...................... ..	147	—25,5	—23,0
Avallon (Yonne)........	240?	—23,2	—22,0
Tonnerre (Yonne)	140	—27,0	—24,0
Vassy (Haute-Marne).	183	—21,0	—19,8
Saint-Maur, près Paris..	39	—24,8	—20,9
Senlis (Oise)..	61	—26,2	—28,0

» Ce moindre refroidissement dans les hautes régions se trouve exprimé non seulement par les températures minima, mais encore par les températures les plus élevées atteintes dans les vingt-quatre heures. A ce point de vue, nous disposons seulement d'observations faites avec des thermomètres ordinaires, vers 2^h de l'après-midi. Elles montrent bien que dans la journée on avait sur le massif du Morvan des températures relativement assez douces, tandis que dans les pays environnants, le froid se maintenait avec une grande rigueur :

		TEMPÉRATURES OBSERVÉES le 9 décembre.		le 10 décembre.		le 11 décembre.	
	Altitude.	Minima.	A 2^h.	Minima.	A 2^h.	Minima.	A 2^h.
Les Settons.........	596^m	—14°,5	— 6°,0	—18°,0	— 1°,5	—13°,2	—3°,0
Pannetière..........	276	—22,0	—10,0	—22,0	— 9,7	—15,0	—5,0
Clamecy............	147	—24,0	—12,4	—25,5	— 8,1	—13,5	—8,1
Avallon............	240	—22,5	—12,5	—23,2	—10,0	—12,5	—8,5
Saint-Maur près Paris (¹)	39	—22,8	— 8,9	—24,8	— 5,6	—18,5	—5,4

(¹) Pour la station de Saint-Maur, les températures inscrites au-dessous des observations de 2^h ont été constatées avec un thermomètre à maxima.

» Ces différences ne sont pas moins remarquables du 18 au 28 décembre, car à cette époque la température remonte chaque jour l'après-midi au-dessus de 0° pour la station des Settons, tandis qu'à de basses altitudes elle reste généralement au-dessous. Dans l'une des stations élevées, à la Croisette (altitude 650m), près du sommet du Morvan, on remarque que du 18 au 28 le ciel est entièrement pur, jour et nuit, pendant que dans la plaine il y avait presque continuellement du brouillard et du givre.

		Températures observées vers 2h de l'après-midi.										
	Altitude.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.
	m	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Les Settons	596	0,8	0,0	3,0	8,5	7,2	7,0	10,0	7,0	5,7	6,0	5,7
Pannetière.	276	−2,0	−2,2	−1,8	−2,2	2,0	−1,8	3,0	0,2	−1,0	−1,8	3,0
Clamecy...	147	−5,7	−6,2	−8,0	−6,4	−5,7	−8,0	−6,9	−7,6	−10,0	−9,4	−4,4
Avallon...	240	−4,5	−4,5	−4,5	−2,0	−1,0	−3,0	−1,5	−2,5	−5,0	−5,5	−1,5
Saint-Maur p. Paris..	39	−3,2	−2,6	−1,4	−3,8	−6,8	−3,3	−0,7	−4,2	−1,5	−2,2	−7,4

» Ces observations, déjà communiquées à la Société météorologique en mars 1880, sont d'accord avec les remarques faites par M. Alluard et M. Faye dans la séance du 5 avril 1880. Pendant les grands froids de décembre 1879, corrélatifs des hautes pressions, il y a eu interversion dans la loi habituelle de variation des températures avec l'altitude. »

ZOOTECHNIE. — *Sur la variabilité des mamelles chez les ovidés des basses Cévennes.* Note de M. V. Tayon.

« Dans une première Note insérée aux *Comptes rendus* le 19 avril, j'ai fait connaître à l'Académie le résultat de mes observations relativement à l'existence des quatre mamelles chez les ovidés des basses Cévennes. J'ai l'honneur aujourd'hui d'ajouter quelques développements relatifs à cette question.

» Le 15 février, à Launas, j'ai examiné chez M. Gauthier, propriétaire, une bête du Larzac pourvue de six tétines également développées. L'agneau mâle qu'elle nourrissait présentait lui-même quatre mamelons et prenait indifféremment l'un des six mamelons. M. Gauthier m'a affirmé qu'il avait livré l'an dernier au boucher une bête larzac pourvue de huit tétines qui donnaient toutes du lait.

» J'ai eu l'occasion, le 30 avril, d'examiner dans mon laboratoire, à l'École

d'Agriculture de Montpellier, une brebis du Larzac pourvue de quatre tétines. Une dissection minutieuse me permet d'affirmer que chacun des mamelons correspond à une glande indépendante et isolée. On retrouve, comme chez la vache, deux masses glandulaires latérales séparées par une cloison médiane, formée de tissu fibreux jaune. Les deux mamelles du même côté ne sont séparées que par du tissu conjonctif peu serré, mais sont cependant complètement indépendantes.

» Enfin, j'ai vu encore, dans les environs de Saint-Georges, une chèvre à quatre tétines, ce qui semble indiquer qu'il y a, chez toutes les bêtes dont les mamelles fonctionnent anormalement, une tendance à l'hypertrophie et à l'augmentation du nombre des glandes mammaires. »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure de quelques Coralliaires.* Note de M. C. MEREJKOWSKY, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Parmi les Coralliaires, ce sont surtout les Actinées qui ont été étudiées le mieux. Le manque presque absolu de faits concernant la structure microscopique des autres groupes m'a décidé à entreprendre une étude spéciale de quelques espèces communes dans le golfe de Naples, comme l'Astroïde, etc. Voici les résultats auxquels je suis arrivé.

» L'*ectoderme*, étudié à l'aide des coupes et de la macération, s'est montré composé des éléments suivants :

» 1° Cellules ectodermiques ordinaires de formes très allongées, fortement déprimées et dilatées à l'extrémité supérieure, qui n'est constamment munie que d'un cil unique. Sous ce rapport, les cellules ectodermiques de l'Astroïde se distinguent très notablement de celles des Actinies décrites par M. Heider, qui ont toujours plusieurs cils fort courts.

» 2° Les cellules précédentes, mais avec cette différence qu'elles se transforment à leur base en un filament excessivement long et délié, quelquefois muni de plusieurs renflements que nos connaissances sur le groupe des Cœlentérés me permettent d'appeler *filament nerveux*.

» 3° Éléments épithélio-musculaires composés de cellules n° 1 (plus normales, c'est-à-dire moins longues et plus larges) réunies à leur base à des fibrilles musculaires. Cette sorte d'élément ne se rencontre point d'ailleurs aussi souvent ici que dans l'entoderme; à leur sommet se trouve constamment un seul long cil.

» 4° Nématocystes de deux espèces : les unes plus grandes, souvent

entourées de protoplasme avec un nucléus et un long filament (nerveux) dans la partie postérieure, les autres plus petites, d'une forme différente et toujours munies d'un long filament postérieur; le filament porte par endroits de petites nodosités.

» 5° Les derniers éléments de l'ectoderme sont des cellules glanduleuses toujours en forme de poire et à contenu grossièrement granuleux.

» *Mésoderme.* — La membrane élastique et sans structure qui sépare l'ectoderme de l'entoderme varie d'épaisseur dans les différentes parties du corps; elle forme des protubérances longitudinales sur les faces de deux cloisons mésembryenthales qui se réunissent à la surface de l'estomac. Les muscles qui recouvrent d'une seule couche cette membrane élastique sont longitudinaux à l'intérieur de l'animal et disposés en cercles horizontaux à l'extérieur. Ce sont ou bien de longs filaments un peu aplatis, dont il n'est pas facile de constater le rapport avec les autres éléments histologiques, ou bien des fibrilles faisant partie des éléments épithélio-musculaires.

» Il faut mentionner encore un élément fort curieux, consistant en cellules comparativement assez grandes et excessivement aplaties, fortement ramifiées, unies les unes aux autres par leurs ramifications et remplies d'un contenu granuleux, avec nucléus et nucléole. Elles sont disposées en couche et reposent immédiatement sur la face extérieure de la membrane élastique. Dans quelques cas, j'ai pu me convaincre que leurs ramifications, qui sans aucun doute sont nerveuses, se continuent en fibrilles fortement réfringentes. Leur forme, tout leur habitus, leur position sous une couche d'ectoderme riche en cellules munies de longs filaments se dirigeant vers la membrane élastique, enfin les fibrilles par lesquelles se terminent quelquefois leurs ramifications ne permettent plus de douter que ce ne soient des ganglions nerveux auxquels les nombreuses fibrilles des différentes cellules ectodermiques viennent aboutir. Cette supposition est rendue vraisemblable par des faits analogues observés chez les Actinies et les Méduses.

Entoderme. — L'entoderme n'est composé presque exclusivement que de cellules épithélio-musculaires très typiques. La cellule épithéliale n'est pas aussi fortement allongée que dans l'ectoderme; elle est plus large et plus courte, à base très dilatée et munie à l'extrémité d'un seul cil. La fibrille musculaire est très réfringente, fusiforme, près de trois fois aussi longue que la cellule elle-même. Outre ces éléments, on rencontre encore des cellules glanduleuses ne différant pas essentiellement de celles que nous avons décrites déjà. Ces glandes unicellulaires se rencontrent en grand

nombre, surtout sur les parties des cloisons mésembryenthales les plus rapprochées de l'estomac, ainsi que sur les filaments mésembryenthaux.

» Outre l'Astroïde, je puis encore citer la *Sagartia parasitica* et la *Méduse æquorea* sur lesquelles j'ai vu dans l'entoderme des éléments épithélio-musculaires en très grand nombre. Quant à la présence d'un seul cil à l'extrémité des cellules ectodermiques, ce n'est point un caractère spécial à l'Astroïde : il paraît des plus communs dans la classe des Coralliaires; j'ai pu le constater, par exemple, chez le *Paralcyonium elegans*, l'*Isis*, la *Caryophyllia*, l'*Anthea cerœus*, la *Sagartia parasitica*.

» *Filaments mésembryenthaux*. — La surface de l'estomac n'est point unie, mais couverte d'élévations longitudinales dont chacune correspond à l'endroit où une cloison vient se réunir à l'estomac. Ces protubérances sont très riches en cellules glanduleuses et ce n'est qu'ici que l'estomac en présente. A l'extrémité de l'estomac, les protubérances forment les bords libres des cloisons mésembryenthales : il y a donc une suite non interrompue de ces protubérances longitudinales à la surface de l'estomac avec les filaments mésembryenthaux, et ce fait nous explique l'unité complète dans la structure de ces deux organes et nous permet d'affirmer qu'ils ne peuvent fonctionner que comme estomac, c'est-à-dire comme organe de la digestion. Les filaments sont solides et n'ont aucune cavité à l'intérieur; ils ont au centre un tronc mésodermique formé par la membrane élastique qui se réunit à celle des cloisons. J'ai pu constater l'absence d'un canal passant à travers les cloisons et réunissant les chambres formées par elles.

» Les organes de la génération ainsi que le développement de ce corail feront l'objet d'une Communication prochaine. »

MÉDECINE. — *Sur les analogies qui semblent exister entre le choléra des poules et le* nélavan, *ou maladie du sommeil.* Note de M. **Déclat.**

« En présentant à l'Académie une Note de M. Talmy sur le nélavan, M. Pasteur a eu la bonté de rappeler deux observations de cette maladie publiées dans la *Médecine des ferments*. Je crois utile d'insister en quelques mots sur l'intérêt que me paraissent avoir les deux guérisons rappelées par l'illustre académicien.

» La Note de M. Talmy, ainsi que toutes celles qu'il cite et qui ont été publiées depuis 1819, constate ce triste fait que la maladie du sommeil se termine constamment par la mort. Dans les cas publiés dans la *Médecine*

des ferments, deux malades ont été guéris à la suite d'un traitement par la médication phéniquée. Ces deux faits semblent confirmer l'opinion que le nélavan est dû à un ferment morbide; du reste, les découvertes de M. Pasteur sur le charbon, sur la septicémie et sur le choléra des poules donnent à cette opinion un caractère presque scientifique.

» Le P. Bosch, procureur de la mission française de Nyazobil, au Sénégal, a observé avec soin cette maladie incurable; voici un résumé des symptômes qu'il a décrits: *douleur aiguë* au cœur et dans la poitrine, raideur dans les membres, bruissements dans les oreilles aboutissant à la surdité; douleur à la tête, à la nuque et dans l'épine dorsale ayant pour conséquence l'idiotisme, démangeaisons à la pointe des pieds, éruption aux amygdales, sommeil lourd, pénible et plein de rêves terribles, frayeur et surexcitations inconscientes; la peau se recouvre d'une poussière grisâtre; chez tous le sang est altéré, les dents se détachent, tous ont de fréquentes diarrhées, peu abondantes à la fin, mais presque de sang pur; l'urine prend une couleur vert foncé, les yeux sont verdâtres; quand une femme en est atteinte pendant sa grossesse, l'enfant meurt dans son sein et avec lui la mère; si elle en est atteinte pendant qu'elle allaite son enfant, son lait prend la couleur d'une huile claire; les hommes perdent la faculté d'être pères. Les malades conservent un assez bon appétit; ils ont une très grande soif, ils sont tantôt furieux, tantôt gais, quand ils ne dorment pas.

» Le mal peut durer dix-huit mois et même deux ans, mais toujours la mort s'ensuit: nul remède ici pour le guérir. Les noirs attribuent ce mal à un poison que l'on peut recueillir dans la salive des moribonds et communiquer au moyen du lait ou du beurre aux personnes dont on veut se défaire.

» Ce missionnaire, ayant bien voulu suivre mes indications, m'écrivit à la date du 19 août 1876: « Il y a quinze jours, j'ai rencontré un jeune » homme de vingt-cinq à trente ans fortement pris du nélavan; je lui ai » fait dix injections de 100 gouttes de votre solution d'acide phénique: » il s'en trouve bien, les malaises ont disparu en partie. » Et plus tard: « J'ai visité le malade dont je vous ai parlé. Je lui ai pratiqué quatre nou» velles injections: il va si bien que je pense que bientôt il sera guéri. » Enfin, le 6 décembre 1876, M. Bosch m'annonce la guérison complète et l'amélioration d'un nouveau cas: il s'agissait d'un malade de trente-cinq ans tellement malade qu'il dut le faire transporter à la mission en pirogue. « Il se traînait » dans les rues de Joal, dormant continuellement; il était couvert de plaies » fortement gonflées, il ne pouvait plus ni marcher ni se tenir debout: je

» désespérai en le voyant; je n'osais employer l'acide phénique tant le » malade était misérable, mais je réfléchis que si l'acide phénique ne » faisait pas de bien, il ne pourrait lui nuire. Je commençai par sept injec- » tions de 100 gouttes; au bout de dix jours, le malade allant mieux, » je réduisis les injections à deux par jour. » J'appris plus tard qu'il était guéri et que d'autres étaient en traitement. Dernièrement, M. Bosch m'a confirmé, dans une conversation relative à la fièvre jaune [1], ces deux faits et plusieurs autres, notamment la guérison d'un enfant de douze ans, et il m'a appris que le nélavan s'accompagne de petits engorgements ganglionnaires du cou, et que les nègres pratiquent l'ablation de ces ganglions, mais il n'a jamais eu l'occasion de constater par lui-même que ces opérations aient été suivies de guérison.

» La médication phéniquée semble donc être, quant à présent, la seule dans laquelle on puisse espérer trouver un secours utile. Il y aurait de nombreuses remarques à faire sur la Communication de M. Talmy; pour ne pas allonger cette Note, je me réserve de les publier ailleurs et de les mettre sous les yeux de l'Académie. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 AVRIL 1880.

Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux, faites à la Faculté des Sciences de Paris par H. MILNE EDWARDS; t. XIV et dernier. Ire Partie : *Fonctions de relation* (suite); *considérations générales.* Paris, G. Masson, 1880; in-8°.

Table alphabétique et analytique des matières contenues dans les trente-cinq Volumes de la Revue maritime et coloniale *de* 1869 *à* 1878. Paris, Challamel aîné, 1880; in-8°.

---

[1] Cette conversation est publiée dans le n° 21 de la *Médecine des ferments,* 1880.

Étude chimique et hygiénique du vin en général et du vin de Bordeaux en particulier; par P. CARLES. Bordeaux, Gounouilhou, 1880; in-8°.

Recherches sur le climat des établissements français de la côte septentrionale du golfe de Guinée; par A. BORIUS. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Leçons cliniques sur les maladies de la peau, professées à l'hôpital Saint-Louis par M. le Dr E. GUIBOUT. Paris, G. Masson, 1876-1879; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1880.)

Chimie pathologique. Recherches d'hématologie clinique; par M. E. QUINQUAUD. Paris, A. Delahaye, 1880; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1880.)

Recherches statistiques sur l'étiologie de la syphilis tertiaire; par le Dr L. JULLIEN. Paris, G. Masson, 1874; in-8°.

Traité pratique des maladies vénériennes; par le Dr L. JULLIEN. Paris, J.-B. Baillière, 1879; in-8°. (Ces deux derniers Ouvrages sont adressés au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1880.)

Notes pour servir à l'étude de la soie, suivies d'une étude sur les étouffoirs chimiques; par P. FRANCEZON. Lyon, *le Moniteur des soies*, 1880; in-8°.

La structure des trachées et la circulation péritrachéenne; par J. MAC LEOD. Bruxelles, H. Manceaux, 1880; br. in-8°.

Commission de Météorologie de Lyon, 1877-1878. Lyon, impr. Pitrat aîné, 1879; in-8°.

Proceedings of the royal Society of Edinburgh; session 1878-1879. Edinburgh, 1879; in-8°.

Transactions of the royal Society of Edinburgh; vol. XXVIII, Part III, for the session 1877-1878; vol. XXIX, Part I, for the session 1878-1879. Edinburgh, 1878-1879; 2 vol. in-4°.

Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the royal Observatory, Greenwich, in the year 1877. London, G. Edward Eyre and W. Spottiswoode, 1879; in-4°.

Factor Table for the fourth million containing the least factor of every number not divisible by 2, 3 *or* 5 *between* 3000000 *and* 4000000; *by* J. GLAISHER. London, Taylor and Francis, 1879; in-4°.

Astronomical observations made at the Observatory of Cambridge under the superintendance of J.-C. ADAMS; vol. XXI, for the years 1861, 1862, 1863, 1864 and 1865. Cambridge, at the University press, 1879; in-4°.

Medico-chirurgical Transactions, published by the royal medical and chirur-

gical Society of London; second series, vol. the forty-fourth. London, Longmans, Green, Reader and Dyer, 1879; in-8°.

Results of astronomical observations made at the royal Observatory, Cape of Good Hope, during the year 1876, *under the direction of* E.-J. Stone. Cape Town, Saul Salomon, 1879; in-8°.

Report of the forty-ninth meeting of the british Association for the advancement of Science, held at Sheffield in august 1879. London, J. Murray, 1879; in-8°.

Principios de Geologia y Paleontologia; por José J. Landerer. Barcelona, impr. de la Libreria religiosa, 1878; 1 vol. in-12.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 MAI 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur des transcendantes qui jouent un rôle fondamental dans la théorie des perturbations planétaires* [1]; par M. **F. Tisserand.**

« Nous pouvons remarquer que la quantité

$$b^{(0)} = \frac{2}{\pi}\int_0^\pi \frac{d\theta}{\sqrt{1+\alpha^2-2\alpha\cos\theta}}$$

se transforme en

$$b^{(0)} = \frac{4}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1-\alpha^2\sin^2\varphi}},$$

en posant

$$\sin(\theta+\varphi) = \alpha\sin\varphi;$$

si donc, pour nous conformer aux notations usitées dans la théorie des fonctions elliptiques, nous faisons

$$K = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1-\alpha^2\sin^2\varphi}},$$

nous aurons ce théorème :

---

[1] *Comptes rendus*, même volume, page 1021.

» *L'expression* $\frac{\alpha^n}{1.2\ldots n}\frac{d^n K}{d\alpha^n}$ *tend vers zéro, lorsque n croît indéfiniment, si le module* α *est inférieur ou égal à* $\frac{1}{2}$; *elle tend vers l'infini si le module est supérieur à* $\frac{1}{2}$.

» V. Dans le développement de la fonction perturbatrice, on considère également les transcendantes $c^{(k)}$ définies par l'équation

$$(1+\alpha^2-2\alpha\cos\theta)^{-\frac{3}{2}} = \tfrac{1}{2}c^{(0)} + c^{(1)}\cos\theta + c^{(2)}\cos 2\theta + \ldots + c^{(k)}\cos k\theta + \ldots;$$

on a la formule connue

$$c^{(k)} = 2\,\frac{3.5\ldots(2k+1)}{2.4\ldots 2k}\left[\alpha^k + \frac{3}{2}\,\frac{2k+3}{2k+2}\alpha^{k+2} + \frac{3.5}{2.4}\,\frac{(2k+3)(2k+5)}{(2k+2)(2k+4)}\alpha^{k+4} + \ldots\right].$$

» Je pose

$$C_n^{(k)} = \frac{\alpha^n}{1.2\ldots n}\,\frac{d^n c^{(k)}}{d\alpha^n}.$$

» Je vais chercher la limite de $C_n^{(k)}$ pour n infini; en me bornant au cas de $n-k$ positif et pair, je trouve aisément

$$C_n^{(k)} = 2\,\frac{3.5\ldots(n+1-k)}{2.4\ldots(n-k)}\,\frac{3.5\ldots(n+1+k)}{2.4\ldots(n+k)}\,\alpha^n\,\Psi_n^{(k)},$$

où

$$\Psi_n^{(k)} = 1 + \frac{(n+3)^2-k^2}{(n+2)^2-k^2}\,\frac{(n+1)(n+2)}{1.2}\alpha^2 + \frac{(n+3)^2-k^2}{(n+2)^2-k^2}\,\frac{(n+5)^2-k^2}{(n+4)^2-k^2}\,\frac{(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)}{1.2.3.4}\alpha^4 + \ldots.$$

» En opérant comme précédemment, on trouvera

$$C_n^{(k)} > [(n+1)^2-k^2]\,\frac{1.3\ldots(n-k-1)}{2.4\ldots(n-k)}\,\frac{1.3\ldots(n+k-1)}{2.4\ldots(n+k)}\,\frac{1}{\alpha}\left[\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{n+1} + \left(\frac{\alpha}{1+\alpha}\right)^{n+1}\right]$$

ou bien

$$C_n^{(k)} > \frac{2}{\alpha\pi}\sqrt{n^2-k^2}\left(1+\frac{h}{n}\right)\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{n+1};$$

or, pour α plus grand que $\frac{1}{2}$ ou égal à $\frac{1}{2}$, le second membre croît indéfiniment avec n; donc $C_n^{(k)}$ tend vers l'infini en même temps que n pour $\alpha \geqq \frac{1}{2}$.

» On trouvera aussi

$$C_n^{(k)} < [(n+1)^2-k^2]\,\frac{1.3\ldots(n-k-1)}{2.4\ldots(n-k)}\,\frac{1.3\ldots(n+k-1)}{2.4\ldots(n+k)}\,\frac{1}{\alpha}\left[\left(\frac{\alpha}{1-\delta}\right)^{n+1} + \left(\frac{\alpha}{1+\delta}\right)^{n+1}\right],$$

en posant

$$\delta = \alpha\sqrt{\frac{(n+3)^2-k^2}{(n+2)^2-k^2}},$$

et l'on en conclura sans difficulté que $C_n^{(k)}$ tend vers zéro pour $\alpha < \frac{1}{2}$.

» On arriverait à des conséquences identiques pour les transcendantes issues du développement de l'expression $(1+\alpha^2-2\alpha\cos\theta)^{-s}$, s désignant l'un des nombres $\frac{5}{2}, \frac{7}{2}, \ldots$

» VI. Je vais faire connaître maintenant une formule intéressante qui permettra de vérifier les calculs numériques des fonctions $B_k^{(k)}$ ou $C_n^{(k)}$.

» Je pose, pour un moment,

$$b^{(k)} = f(\alpha),$$

et je développe

$$f(\alpha-\alpha) = f(0)$$

par la série de Taylor; j'aurai

(13) $$f(0) = f(\alpha) - \frac{\alpha}{1}f'(\alpha) + \frac{\alpha^2}{1.2}f''(\alpha) - \ldots$$

ou bien

(14) $$f(0) = B_0^{(k)} - B_1^{(k)} + B_2^{(k)} - \ldots.$$

La formule (13) n'est autre chose que la formule de Bernoulli; les divers termes de la série (14) sont alternativement positifs et négatifs; j'ai montré que, pour $\alpha > \frac{1}{2}$, ces termes tendent vers l'infini; il ne peut donc pas être question, dans ce cas, de l'équation (14). Lorsque α est plus petit que $\frac{1}{2}$, les termes tendent vers zéro; la série sera convergente si, à partir d'un certain rang, chaque terme est plus petit que le précédent. J'admets que la convergence ait lieu, et je vais calculer $f(0)$; on a

$$f(\alpha) = \frac{1}{\pi}\int_0^\pi \frac{\cos k\theta}{\sqrt{1+\alpha^2-2\alpha\cos\theta}}d\theta$$

pour $k > 0$; on en conclut

$$f(0) = \frac{1}{\pi}\int_0^\pi \cos k\theta\, d\theta = 0$$

pour $k = 0$; on a

$$f(\alpha) = \frac{2}{\pi}\int_0^\pi \frac{d\theta}{\sqrt{1+\alpha^2-2\alpha\cos\theta}},$$

d'où

$$f(0) = 2.$$

» Nous aurons donc cette vérification :

» La série $B_0^{(k)} - B_1^{(k)} + B_2^{(k)} - \ldots$ aura pour somme zéro lorsque k sera différent de zéro et 2 lorsque k sera nul.

» La même chose aura lieu pour la série

$$C_0^{(k)} - C_1^{(k)} + C_2^{(k)} - \ldots.$$

» Donnons une application numérique pour la Terre et Saturne; on a

$$\log \alpha = \bar{1},020504,$$

$B_0^{(0)} = 2,005529$	$B_1^{(0)} = 0,011128$	$B_2^{(0)} = 0,005703$	$B_3^{(0)} = 0,000141$	$B_4^{(0)} = 0,000038$
$B_0^{(1)} = 0,105269$	$B_1^{(1)} = 0,106146$	$B_2^{(1)} = 0,001326$	$B_3^{(1)} = 0,000463$	$B_4^{(1)} = 0,000016$
$B_0^{(2)} = 0,008281$	$B_1^{(2)} = 0,016638$	$B_2^{(2)} = 0,008473$	$B_3^{(2)} = 0,000157$	$B_4^{(2)} = 0,000042$

On trouve

$$B_0^{(0)} - B_1^{(0)} + B_2^{(0)} - B_3^{(0)} + B_4^{(0)} = 2,000001,$$
$$B_0^{(1)} - B_1^{(1)} + B_2^{(1)} - B_3^{(1)} + B_4^{(1)} = 0,000002,$$
$$B_0^{(2)} - B_1^{(2)} + B_2^{(2)} - B_3^{(2)} + B_4^{(2)} = 0,000001. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une proposition de la théorie des fonctions elliptiques.* Note de M. **Hermite.**

« Supposons le module une quantité imaginaire quelconque, de sorte que l'on ait

$$k^2 = \alpha + i\beta,$$

et faisons

$$K = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - (\alpha + i\beta)\sin^2\varphi}},$$

$$K' = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - (1 - \alpha - i\beta)\sin^2\varphi}}.$$

La proposition que j'ai en vue consiste en ce que la partie réelle du rapport $\frac{K'}{K}$ est essentiellement positive; on la démontre facilement comme il suit.

» Je multiplie d'abord les deux termes de la fraction par la quantité imaginaire conjuguée du dénominateur, que j'appellerai K_0, en posant

$$K_0 = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - (\alpha - i\beta)\sin^2\varphi}};$$

il suffira ainsi d'obtenir le signe de la partie réelle du produit $K'K_0$. J'emploie, pour cela, cette expression sous forme d'intégrale double, à savoir :

$$K'K_0 = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi\, d\psi}{\sqrt{[1-(1-\alpha-i\beta)\sin^2\varphi][1-(\alpha-i\beta)\sin^2\psi]}}.$$

Je mets ensuite en évidence, dans le radical carré, la partie réelle et le coefficient de i, en faisant

$$\sqrt{[1-(1-\alpha-i\beta)\sin^2\varphi][1-(\alpha-i\beta)\sin^2\psi]} = X + i\beta Y,$$

ce qui donne

$$[1-(1-\alpha)\sin^2\varphi](1-\alpha\sin^2\psi) - \beta^2\sin^2\varphi\sin^2\psi = X^2 - \beta^2 Y^2,$$
$$\sin^2\varphi(1-\alpha\sin^2\psi) + \sin^2\psi[1-(1-\alpha)\sin^2\varphi] = 2XY,$$

ou plutôt

$$\sin^2\varphi + \sin^2\psi\cos^2\varphi = 2XY.$$

» Cette relation montre que les quantités X et Y sont nécessairement de même signe, et j'ajoute que X ne devient jamais nul. La condition $XY = 0$ ne peut être satisfaite en effet qu'en posant $\varphi = 0$, $\psi = 0$. Or on conclut de la première relation $1 = -\beta^2 Y^2$ pour $X = 0$; par conséquent, c'est le facteur Y qui seul peut s'évanouir. Apres avoir ainsi établi que X ne change jamais de signe, nous remarquerons qu'à l'origine des intégrations la racine carrée est prise positivement; ayant donc $X = 1$ pour $\varphi = 0$ et $\psi = 0$, il en résulte nécessairement que, pour toutes les valeurs de φ et ψ, X et Y sont des quantités positives. L'expression considérée

$$K'K_0 = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi\, d\psi}{X + i\beta Y} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{X\, d\varphi\, d\psi}{X^2+\beta^2 Y^2} - i\beta \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{Y\, d\varphi\, d\psi}{X^2+\beta^2 Y^2}$$

montre donc non seulement que la partie réelle de $K'K_0$, et par suite de $\frac{K'}{K}$, est positive, comme il fallait l'établir, mais encore que le coefficient de i dans ce rapport est toujours de signe contraire à β.

» Le cas particulier du module réel et supérieur à l'unité échappe à la méthode précédente, qui suppose essentiellement β différent de zéro. Mais alors, k'^2 étant négatif, il est évident qu'on a les expressions suivantes :

$$K = A + iB, \quad K' = A',$$

où les quantités A et A′ sont positives. On en conclut sur-le-champ

$$\frac{K'}{K} = \frac{A'}{A + iB} = \frac{AA'}{A^2 + B^2} - \frac{iBA'}{A^2 + B^2},$$

et notre proposition se trouve ainsi établie dans toute sa généralité. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une pluie de poussière observée, du 21 au 25 avril 1880, dans les départements des Basses-Alpes, de l'Isère et de l'Ain.* Note de M. **Daubrée.**

« D'après une Communication qu'a bien voulu me faire M. Arnaud, notaire à Barcelonnette (Basses-Alpes), il a commencé à tomber le 21 avril, dans la vallée de Barcelonnette, une vraie pluie de poussière, qui a donné à la neige une nuance roussâtre bien prononcée. Le dimanche 25, le phénomène s'est accentué. Des nuages lourds, opaques, ressemblant à un grand brouillard jaunâtre, ont traversé la vallée tout le jour, y répandant, avec un peu d'eau, une poussière très visible. Au bout d'un quart d'heure, elle marquait déjà sur les vêtements des promeneurs.

» En examinant les hautes montagnes qui avoisinent la ville, M. Arnaud remarqua que la neige était devenue rougeâtre jusqu'à l'altitude de 2800^m à 3000^m, au-dessus de laquelle elle était restée blanche.

» Le lendemain, un homme muni de bidons et d'une truelle partit pour recueillir la matière rouge. Il en rapporta en ville qui provenait de l'altitude de 2000^m. Vue de près, la neige du 25 avril était rougeâtre, et son eau de fusion avait la même couleur. Cette dernière, passée sur des filtres, a abandonné une substance que M. Arnaud m'a transmise pour l'examiner.

» On doit se féliciter d'autant plus de cet empressement qu'une nouvelle couche de neige, qui tomba le 27, fit disparaître le phénomène.

» D'après M. Arnaud, une poussière semblable a été observée le même jour, 25 avril, à 30^{km} à l'ouest de Barcelonnette, à Seyne-les-Alpes; en outre, le même jour aussi, suivant une Lettre de M. Henri Vincent, administrateur du *Courrier du Dauphiné*, en diverses localités du département de l'Isère, à Bernin, canton de Grenoble, et au Touvet, dans la vallée de Grésivaudan, ainsi qu'à Charavines, près du lac de Paladru. Les ménagères qui cueillent des feuilles de mûrier pour leurs vers à soie ont été obligées de les essuyer; en passant les doigts sur les feuilles tachées de cette boue jaunâtre, on sentait comme de la terre ou de la cendre.

Les mêmes remarques ont été faites, le 26 avril, dans la commune de Chantesse (Isère) : toutes les feuilles des arbres et des plantes avaient leur couche terreuse.

« S'il ne pleuvait pas depuis trois semaines dans le département, est-il ajouté, on pourrait croire que c'est la poussière soulevée par le vent qui a occasionné sur ces feuilles des taches de boue; mais il n'en est rien, car l'eau, qui fait de nos champs de petits lacs et de nos chemins des cloaques, n'a pas laissé la moindre apparence de poussière sur terre. »

» Le *Journal de l'Ain* signale également, et pour la même date, le phénomène dans ce département.

» Il est à remarquer, avant tout, que la poussière recueillie, comme on vient de le voir, à l'altitude de 2000^{m}, est mélangée de filaments organiques, tout à fait semblables à ceux du filtre grossier sur lequel elle a été recueillie et auquel elle les a visiblement empruntés.

» Elle a une couleur jaune brun, un peu plus rougeâtre que la poussière ordinaire de la limonite; elle est à peu près impalpable. Chauffée dans un tube, elle noircit en donnant lieu à un dégagement d'eau et de matières organiques d'une odeur prononcée. Soumise à froid à l'acide chlorhydrique étendu d'eau, elle fait fortement effervescence et manifeste la présence de carbonate de chaux en forte proportion. L'acide chlorhydrique bouillant lui enlève la couleur jaune, laissant un fort résidu. Ce résidu, au chalumeau, est fusible en un globule blanc.

» En agitant ce résidu sous l'eau, on y voit miroiter de nombreuses paillettes nacrées ressemblant au mica. Quelques-unes sont brunes, fortement dichroïques, et présentent tous les caractères du mica. D'autres lamelles, complètement transparentes, affectant des contours cristallins très nets, prennent entre les nicols croisés des teintes fort vives, malgré leur faible épaisseur, et paraissent être du mica blanc.

» En outre, on y trouve de petits prismes dichroïques et s'éteignant en long comme la hornblende. Quelques grains violacés, transparents, n'agissant pas sur la lumière polarisée, mais sans contours cristallins, pourraient être du grenat.

» Quant aux fragments les plus nombreux, qui sont complètement transparents et agissent sur la lumière polarisée, ils ont souvent des bords rectilignes et quelquefois des contours rectangulaires ou polygonaux qui ressemblent à ceux des feldspaths. De plus, ils présentent des apparences de clivage et, entre les nicols croisés, ils se colorent d'une teinte uniforme, ce qui prouve la structure lamelleuse. Ceux de ces cristaux qui sont de la forme rectangulaire s'éteignent parallèlement à leurs côtés ; les

autres s'éteignent obliquement. D'après ces caractères, il est vraisemblable que les fragments dont il s'agit appartiennent à l'orthose. D'autres, caractérisés par la macle de l'albite, doivent être rapportés à un feldspath triclinique.

» L'absence de débris transparents et arrondis, attestée par le microscope, est d'accord avec le caractère de fusibilité, pour démontrer l'absence du quartz ou au moins la prédominance de l'orthose, parmi les espèces feldspathiques. Tous ces grains sont extrêmement petits; la plupart ont de $0^{mm},01$ à $0^{mm},05$.

» La quantité de substance qui m'a été adressée était trop faible pour qu'il ait été possible d'en faire une analyse quantitative.

» M. Poisson, aide-naturaliste au Muséum, dans l'examen qu'il a eu l'obligeance de faire, a remarqué, outre les feuilles aciculaires visibles à l'œil nu, et qui appartiennent au mélèze : 1° des fibres libériennes et des fragments de tiges; 2° des poils de laine; 3° des grains d'amidon de légumineuses ; 4° des traces de téguments d'infusoires; 5° deux espèces de diatomées, appartenant aux genres *Navicula* et *Melosira*. Sauf ces derniers, qui peuvent très bien se trouver dans la neige, il est probable que les autres débris ne lui appartiennent pas, ainsi qu'on l'a dit plus haut.

» Il est à regretter que la poussière ne nous ait pas été envoyée avec son eau de neige; car on aurait pu reconnaître, non seulement les corps organiques dont elle était réellement mélangée, mais aussi la nature des sels solubles que cette eau pouvait renfermer.

» Aucune parcelle n'est attirable au barreau aimanté, ce qui montre qu'il n'y a ni fer natif, ni oxyde magnétique.

» La poussière dont il s'agit n'est donc pas d'origine cosmique.

» Elle est de nature terrestre et a dû être apportée, par des courants aériens, de régions plus ou moins distantes. Elle ne peut être assimilée aux cendres volcaniques que les vents transportent souvent au loin, comme on l'a vu pour la poussière tombée sur la Norvège et la Suède, en mars 1875, et qu'on a reconnue provenir d'Islande, avant qu'on apprît qu'une violente éruption volcanique avait eu lieu à cette extrémité de l'Europe (¹). Par sa composition, cette poussière s'éloigne également du sable du Sahara, riche en grains quartzeux, qui est souvent aussi entraîné au loin (²).

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 994 (1875), et p. 1059 du même Volume, confirmation de l'origine volcanique attribuée à cette chute de poussière.

(²) Pluie de sable qui est tombée sur une partie de l'archipel des îles Canaries le 18 février 1863 (*Comptes rendus*, t. LVII, p. 363).

» Parmi les chutes de poussière qui ont été observées, et dont M. Gaston Tissandier a récemment donné un relevé, dans son intéressant Ouvrage sur *les Poussières de l'air*, j'en rappellerai deux, appartenant également à la France.

» L'une, qui a eu lieu les 16 et 17 octobre 1846, a été précédée de plusieurs orages et a coïncidé avec une grande perturbation de l'atmosphère. En faisant connaître ces faits, M. Alphonse Dupasquier, qui a fait l'examen chimique de la matière terreuse, a remarqué que l'eau tombée avec elle tenait en dissolution une quantité de sels divers bien plus notable que l'eau de pluie ordinaire (¹). D'après les observations recueillies par Arago, le phénomène a commencé à la Guyane, s'est étendu sur l'État de New-York, s'est retrouvé aux Açores, est arrivé dans la France centrale et orientale, a traversé les Alpes du côté du mont Cenis pour aller s'effacer graduellement en Italie (²).

» Une autre pluie de poussière, signalée par M. J. Bouis, a été vue le 1er mai 1863, dans les Pyrénées orientales, ainsi que dans les Cerdagnes française et espagnole, également à la suite d'un orage violent (³).

» Les observations météorologiques faites à l'École normale de Barcelonnette, qui m'ont été communiquées, ne permettent pas de juger de la nature des mouvements de l'atmosphère à l'époque où a eu lieu cette dernière pluie de poussière et de rechercher son itinéraire.

» Quoi qu'il en soit, sa composition chimique se rapproche de celle des pluies des 16 et 17 octobre 1846 et du 1er mai 1863. Ces dernières étaient également formées d'un silicate alumineux, mélangé de carbonate de chaux en forte proportion, d'hydrate de peroxyde de fer et de matières organiques.

» On ne peut pousser la comparaison plus loin, parce que les poussières des dates antérieures n'ont pas été étudiées minéralogiquement. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la forme cristalline du magnésium*; par M. Des Cloizeaux.

« Notre illustre confrère M. Dumas a bien voulu me confier les beaux cristaux de magnésium qu'il a présentés à l'Académie dans sa dernière

(¹) *Comptes rendus*, t. XXIV, p. 625; 1847.
(²) Arago, t. XII, p. 463.
(³) *Comptes rendus*, t. LVI, p. 972; 1863.

séance et sur la production desquels il a communiqué des détails très intéressants.

» Ces cristaux, obtenus par sublimation, ont la couleur blanche et le vif éclat de l'argent. Leurs faces sont souvent courbes et leurs arêtes émoussées; mais les plus nets permettent de reconnaître que leur forme habituelle est celle d'un prisme hexagonal régulier, terminé par une base un peu moins éclatante que les faces latérales. Les individus, quelquefois isolés, sont le plus habituellement imbriqués les uns sur les autres, de manière à former des groupements qui rappellent certains modèles des décroissements de Haüy et qui, effilés à un bout, se terminent à l'autre bout par un ou deux angles solides du prisme hexagonal basé. Les arêtes de la base sont parfois remplacées par une troncature annulaire, dont la combinaison avec les faces du prisme rappelle tout à fait celle des cristaux de tellure. En admettant que trois plans alternes de cette troncature appartiennent au rhomboèdre primitif p et les trois autres à son inverse $e^{\frac{1}{2}}$, on trouve que l'angle culminant du rhomboèdre primitif auquel peuvent être rapportées les formes hexagonales du magnésium est de 80°3′30″.

» En effet, en désignant par a^1 la base du rhomboèdre primitif et par e^2 le prisme hexagonal dérivé, les angles mesurés directement, comparés aux angles calculés, sont :

	Mesuré.		Calculé.
$^*a^1p = a^1e^{\frac{1}{2}}$............	117°51′	moy.	»
a^1e^2............	90°	moy.	90°
e^2e^2............	119°58′	moy.	120°
$pe^{\frac{1}{2}}$ adj.........	127°31′30″	moy.	127°31′32″.

» Parmi les métaux rhomboédriques, le magnésium serait donc, après le zinc, celui qui offrirait le rhomboèdre primitif le plus aigu, car on admet généralement les nombres suivants :

	Angle culminant du rhomboèdre.	Angle de la base avec le rhomboèdre.	
Zinc............	71°35′ à 72°59′	110°30′ à 111°50′	(G. Rose)
Arsenic..........	85°41′	122° 9′	(Miller)
Tellure..........	86° 1′	122°24′	(Miller)
Antimoine........	87°35′	123°32′	(G. Rose)
Bismuth..........	87°40′	123°36′	(G. Rose)

» Les cristaux de magnésium obtenus par M. Dumas sont très malléables et sectiles. Je n'ai pu y observer aucun clivage. »

VITICULTURE. — *Sur une Cicadelle* (Hysteropterum apterum) *qui attaque les vignes dans le département de la Gironde;* par M. É. **Blanchard.**

« A l'automne dernier, on m'apporta des sarments de vigne et des fragments d'échalas chargés de plaques terreuses de forme ovale. On affirmait qu'un nouveau fléau commençait à sévir dans les vignobles du Bordelais. Les plaques, d'aspect terreux, étaient dénoncées comme les nids d'un insecte très nuisible. Par un examen rapide, il était très facile, en effet, de s'assurer de la présence d'œufs régulièrement disposés au milieu de la matière granuleuse. De semblables nids n'avaient encore été signalés nulle part; je réclamai en vain l'insecte qui les produit.

» Dès le mois de mars de cette année, M. le comte H. de la Chassaigne, propriétaire dans la Gironde, qui s'intéressait beaucoup à la question, me procura des nids au moment même où s'effectuait l'éclosion des jeunes sujets. Il fut aisé de reconnaître une espèce de la famille des Cicadelles (*Cercopines*). M. Signoret, consulté à cet égard par un viticulteur, s'assura que l'insecte est du groupe des Issites. Grâce aux soins de M. de la Chassaigne, je ne devais pas attendre la fin de l'été pour avoir la forme parfaite; quelques individus adultes avaient été recueillis sur son domaine dès l'année dernière. L'espèce qui s'est tout à coup multipliée dans d'énormes proportions, dans le département de la Gironde, a été décrite il y a un siècle par Fabricius sous le nom de *Cercopis aptera,* en raison de l'absence d'ailes sous les élytres. Longtemps rattachée au genre *Issus,* elle est inscrite aujourd'hui dans les Ouvrages entomologiques sousle nom d'*Hysteropterum apterum* (1).

» Cet Hémiptère, souvent recueilli dans le midi de l'Europe et en Algérie, n'avait donné lieu jusqu'à présent à aucune observation. Pour compléter l'histoire de l'espèce, il faudrait examiner de quelle façon les femelles construisent les nids. La matière granuleuse qui enveloppe les œufs est, selon toute probabilité, une sécrétion. Malgré l'apparence, on n'imagine point qu'une Cicadelle, un insecte suceur, récolte de la terre.

» La grande multiplication des individus, dont le nombre des nids entassés sur les sarments et sur les échalas donne une idée, la longue durée

(1) Le *Cercopis immaculata* Fabricius a été rattaché à la même espèce, peut-être avec raison, par Amyot (*Entomologie française*).

de l'espèce, dont la vie s'étend des premiers jours du printemps à la fin de l'été, peuvent assurément mettre la vigne en très fâcheuse condition. Seulement, dans la circonstance actuelle, il dépend tout à fait des viticulteurs de s'épargner un nouveau fléau.

» Il y a quelques années, j'insistais sur l'utilité de couvrir d'un enduit les ceps et les échalas, en vue de la destruction de l'œuf d'hiver du Phylloxera. D'autre part, j'ai saisi toutes les occasions pour montrer l'efficacité d'un échaudage des vignes, soit à l'eau bouillante, soit à la vapeur. Il est acquis, en effet, qu'un pareil traitement, mis en pratique pour la destruction de la Pyrale, n'a point d'effet fâcheux pour la vigne. Par ce procédé, on fait périr tous les insectes qui passent l'hiver à l'état d'œufs, de larves ou de nymphes. En ce qui concerne la Cicadelle, on est très assuré, par un échaudage en hiver, d'atteindre tous les œufs et d'amener sans beaucoup d'effort la disparition presque complète de l'insecte nuisible. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la loi de réciprocité dans la théorie des nombres.* Note de M. SYLVESTER.

« Il y a tant d'analogie entre la méthode exposée dans un précédent article (¹) et celles qu'on emploie dans les théorèmes de Newton et Fourier sur les racines réelles des équations algébriques, qu'on se sent très porté à soupçonner que le nombre que j'ai nommé ν est la limite supérieure à quelque affection de a, b à laquelle elle reste toujours congrue par rapport au module 2; mais de la nature de cette affection, si toutefois elle existe, je n'ai nulle connaissance.

» De même qu'on a trouvé une expression générale pour l'aspect de $2-k$ vers k, on peut, avec l'aide du théorème de la chaîne, construire, d'une infinité de manières, des fonctions algébriques de k, dont on saura d'avance les aspects des unes vers les autres. Ainsi, pour prendre un exemple très simple, formons la série

$$1,\ 2,\ 5,\ 12,\ 29,\ 70,\ 169,\ 408,\ 985,\ 2378,\ \ldots,$$

où

$$u_k = 2u_{k-1} + u_{k-2},\quad u_1 = 2,\quad u_0 = 1,$$

et conséquemment

$$u_k = 2^k + (k-1)2^{k-2} + \frac{(k-1)(k-3)}{1.2} + 2^{k-4} + \ldots,$$

(¹) Voir *Comptes rendus*, même tome, p. 1053.

On peut se demander l'expression générale pour l'*aspect quadratique* de u_{2i-1} vers u_{2i} pour une valeur quelconque de i.

» On trouvera sans peine que les suites de signes qui donnent les valeurs de $\left(\frac{2}{5}\right)$, $\left(\frac{12}{29}\right)$, $\left(\frac{70}{169}\right)$, $\left(\frac{468}{985}\right)$ sont

$$\begin{matrix} + - - \\ + + - \end{matrix}; \quad \begin{matrix} + - - + + \\ + - - - + \end{matrix}; \quad \begin{matrix} + - - + + - - \\ + + - + + + - \end{matrix};$$

$$\begin{matrix} + - - + + - - + + \\ + - - - + - - - + \end{matrix};$$

et, en général, que $\left(\frac{u_{4i+1}}{u_{4i+2}}\right)$ donne naissance à la chaîne double

$$\begin{pmatrix} + - - \\ + + - \end{pmatrix}\begin{pmatrix} + + - - \\ + + + - \end{pmatrix}^i$$

et $\left(\frac{u_{4i-1}}{u_{4i}}\right)$ à

$$\begin{pmatrix} + \\ + \end{pmatrix}\begin{pmatrix} - - + + \\ - - - + \end{pmatrix}^i.$$

Dans le premier cas, ν est égal à $i+1$, et dans le second à $3i$; ainsi les valeurs successives de ν étant $1, 3, 2, 6, 3, 9, 4, 12, 5, \ldots$, l'aspect de u_{8j+1} à u_{8j+2} et de u_{8j+3} à u_{8j+4} est positif, mais de u_{8j+5} à u_{8j+6} et de u_{8j+7} à u_{8j+8} négatif.

» Dans le *Zahlentheorie* de Lejeune-Dirichlet, rédigé par M. Dedekind (3e édition, p. 110; Braunschweig, 1879), on rencontre cette phrase : « Es » zeigt sich nun, dass die damals nothwendige Zerlegung in Primzahlfac- » toren (abgesehen von dem Factor 2) ganz überflüssig geworden ». Ce qui précède ici rend évident (il me semble) que cette exclusion du nombre 2 (due probablement à quelque mésintelligence de la part des auditeurs de l'illustre Dirichlet) est elle-même (*überflüssig*) superflue.

» Je profite de cette occasion pour corriger la liste que j'ai donnée dans une Note précédente des nombres qu'on démontre, par le moyen des diviseurs de $x^3 - 3x + 1$, être indécomposables dans une somme de cubes rationnels. Dans cette liste, $9pq$, $9p_1p_2^2$, $9q_1q_2^2$, $9p^2q^2$ étaient insérés par erreur; la démonstration, en un seul coup, de l'irrésolubilité des seize formes générales qui restent a paru dans le dernier fascicule de l'*American Journal of Mathematics*.

» *Post-scriptum*. — Dans les exemples très nombreux que j'ai calculés de l'application de mon algorithme pour déterminer l'aspect de Q vers P,

j'ai toujours trouvé que la *différence* δ de n et n' (les nombres de permanences négatives dans les deux suites), prise positivement, est une *limite inférieure* au nombre de cas où q est non-résidu de p (q étant un facteur premier quelconque de Q et p de P).

» Si cette remarque est démontrée de validité universelle, elle fournira un moyen de mettre à l'épreuve, d'une infinité de manières, si un nombre donné P est un nombre premier. Car, en combinant P avec un nombre premier arbitraire Q, si δ est plus grand que 1, P, devant contenir au moins δ facteurs auxquels Q est non-résidu, sera nécessairement un nombre composé. Au contraire, quand P est nombre premier, δ sera toujours 0 ou 1, selon la valeur de Q, ce qui constituerait un théorème nouveau sur le symbole $\left(\frac{q}{p}\right)$ de Legendre. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1880.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Gay : MM. Daubrée, Delesse, Hébert, de la Gournerie et le colonel Perrier réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Lalanne et d'Abbadie.

Prix Montyon (Physiologie expérimentale) : MM. Vulpian, Marey, Milne Edwards, Ch. Robin et Bouley réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. de Quatrefages et de Lacaze-Duthiers.

Prix Montyon (Arts insalubres) : MM. Dumas, Chevreul, Boussingault, Fremy et Peligot réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Bussy et Pasteur.

Prix Trémont : MM. Dumas, Bertrand, Tresca, Breguet et Thenard réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Chasles et Rolland.

Prix Gegner : MM. Dumas, Chasles, Bertrand, Boussingault et Milne Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. H. Sainte-Claire Deville et Fremy.

MÉMOIRES LUS.

HYDRAULIQUE. — *Sur le nouveau siphon établi sur le canal Saint-Martin, et sur les travaux d'assainissement du quartier de Bercy*. Note de M. MAURICE LEVY. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Les travaux d'assainissement du quartier de Bercy, dont nous avons été chargé comme ingénieur de la ville de Paris, ont présenté, au point de vue de l'application de la Mécanique à l'art de l'ingénieur, un double intérêt, dû à ce que : 1° les égouts de Bercy, qui se déversaient précédemment en Seine, étaient, dans plusieurs de leurs parties, plus bas que le collecteur dans lequel on devait les recueillir; 2° ils étaient séparés de ce collecteur par le canal Saint-Martin, qu'il fallait ainsi franchir.

» L'extrême variabilité du régime des égouts, dont le débit peut décupler en quelques heures à la suite de grands orages, eût rendu le fonctionnement d'une machine élévatoire extrêmement difficile et dispendieux. C'est pourquoi nous avons proposé une solution toute différente.

» Nous avons d'abord réussi, par une série d'artifices de construction que l'espace ne nous permet pas ici de détailler, à conduire toutes les eaux pluviales et ménagères du quartier jusqu'au bord du canal Saint-Martin, au niveau même du collecteur qui devait les recevoir.

» La charge nécessaire pour franchir le canal pouvait dès lors se former par la retenue d'amont, et l'on pouvait passer *par-dessous* le canal au moyen d'un siphon analogue à celui établi par M. Belgrand près du pont de l'Alma.

» Mais réaliser le passage *par-dessus* et fournir pour l'avenir aux ingénieurs la possibilité de choisir, selon les circonstances, entre cette nouvelle solution et l'ancienne nous parut un problème digne d'intérêt et qui pourrait trouver d'utiles applications.

» Toutes les fois que cette nouvelle disposition est applicable, on évite naturellement tout travail de fondation ou de pose sous l'eau; en outre, tandis que dans un siphon renversé les matières solides charriées par les eaux d'égout tendent à s'accumuler au point bas du tube, dans un siphon à point culminant, elles tendent, au contraire, à tomber au dehors, de sorte qu'on n'a jamais à se préoccuper de son nettoiement. La surface intérieure peut être, par suite, construite très grossièrement et très économiquement.

» Notre siphon, pour ne pas gêner la batellerie, devait avoir, au maximum, 8^m de flèche ou hauteur d'aspiration : c'est, comme on le voit, l'aspiration d'une excellente pompe. Pour l'amorcer, il nous suffisait de le mettre en communication avec une conduite sous pression, en ménageant au sommet un robinet de sortie pour l'air. Assurer le maintien de l'amorçage était plus délicat, parce que, au haut d'un siphon d'une pareille flèche, la pression n'est que de $\frac{1}{5}$ d'atmosphère environ, en sorte qu'il s'y dégage une partie des gaz en dissolution dans l'eau. M. Cornu, que nous consultâmes à ce sujet, nous conseilla l'emploi d'une trompe. Nous sommes heureux de remercier ici le très habile physicien de cette ingénieuse idée.

» Cette trompe devait valoir, comme puissance d'aspiration, 4500 trompes de laboratoire; il était à craindre, d'une part, qu'elle dépensât trop d'eau, et qu'elle fût obstruée, d'autre part, par les eaux sales; il fallait éviter ces deux écueils.

» 1° *Puissance des trompes.* — Un calcul très-simple nous prouva qu'une trompe de vingt-sept millimètres d'orifice d'entrée et de cent millimètres ou $0^m,10$ d'orifice de sortie devait produire le résultat voulu. Les premières que nous fîmes fabriquer sous nos yeux, assez grossièrement, parce que les constructeurs spéciaux ne pensaient pas que des trompes de telles dimensions fonctionneraient, ne firent d'abord monter le mercure d'un manomètre à vide qu'à $0^m,54$; mais, prolongées par un tuyau de descente d'une hauteur de 8^m égale à la flèche du siphon, elles le firent monter à $0^m,73$. Depuis, nous en avons fait construire de plus perfectionnées qui font monter le mercure à $0^m,73$ ou $0^m,74$ sans l'aide du tuyau de descente.

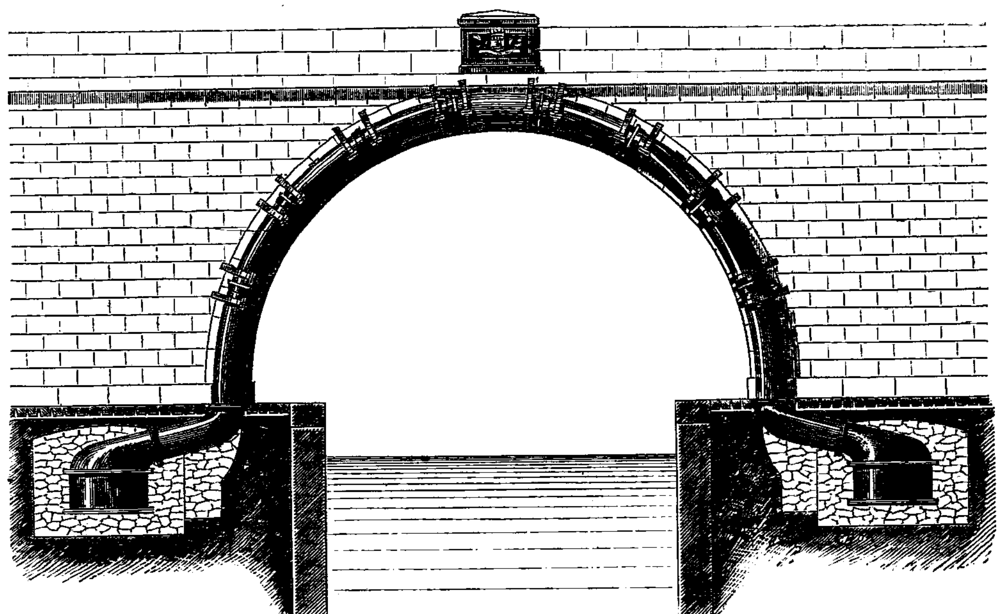
» Mais la question, ici, ne résidait pas seulement dans le degré de vide que les trompes pouvaient faire, mais surtout dans le volume de gaz qu'elles seraient capables d'entraîner par seconde. Nous les avons essayées à ce point de vue, à l'aide d'un compteur à gaz de 1000 becs emprunté à la Compagnie parisienne de l'éclairage, et nous avons reconnu qu'une trompe seule pouvait évacuer les gaz débités par 2^{mc} par seconde traversant le siphon, ce qui est plus que suffisant, le débit en temps ordinaire étant de 1^{mc}.

» Ce résultat nous fit concevoir la pensée que les trompes suffiraient non seulement au but dans lequel elles avaient été construites, c'est-à-dire au maintien de l'amorçage, mais qu'elles permettraient d'effectuer elles-mêmes l'amorçage, et, en effet, avec deux trompes des dimensions indiquées,

nous avons pu amorcer, en six minutes, un siphon d'essai ayant exactement les dimensions des siphons à établir définitivement.

» 2° *Dépense d'eau.* — Une fois l'amorçage fait, une seule trompe suffit à le maintenir, et, pour diminuer, autant que possible, la dépense d'eau, nous y avons adapté un flotteur commandant une valve qui ferme automa-

SIPHON DU BASSIN DE L'ARSENAL. — ÉLÉVATION.



tiquement la conduite de prise d'eau de la trompe, toutes les fois que le siphon est amorcé et qui la rouvre dès qu'il a une tendance à se désamorcer. Soit à l'aide d'une telle trompe munie du flotteur et fonctionnant par intermittences, soit à l'aide d'une troisième trompe que nous avons fait faire, de $0^{m},016$ seulement d'orifice d'entrée et toujours $0^{m},10$ d'orifice de sortie, fonctionnant en permanence, la dépense d'eau était de 300^{mc} à 350^{mc} par vingt-quatre heures. C'est une dépense insignifiante, comparée à ce qu'eussent coûté le combustible, le personnel et l'entretien de machines élévatoires.

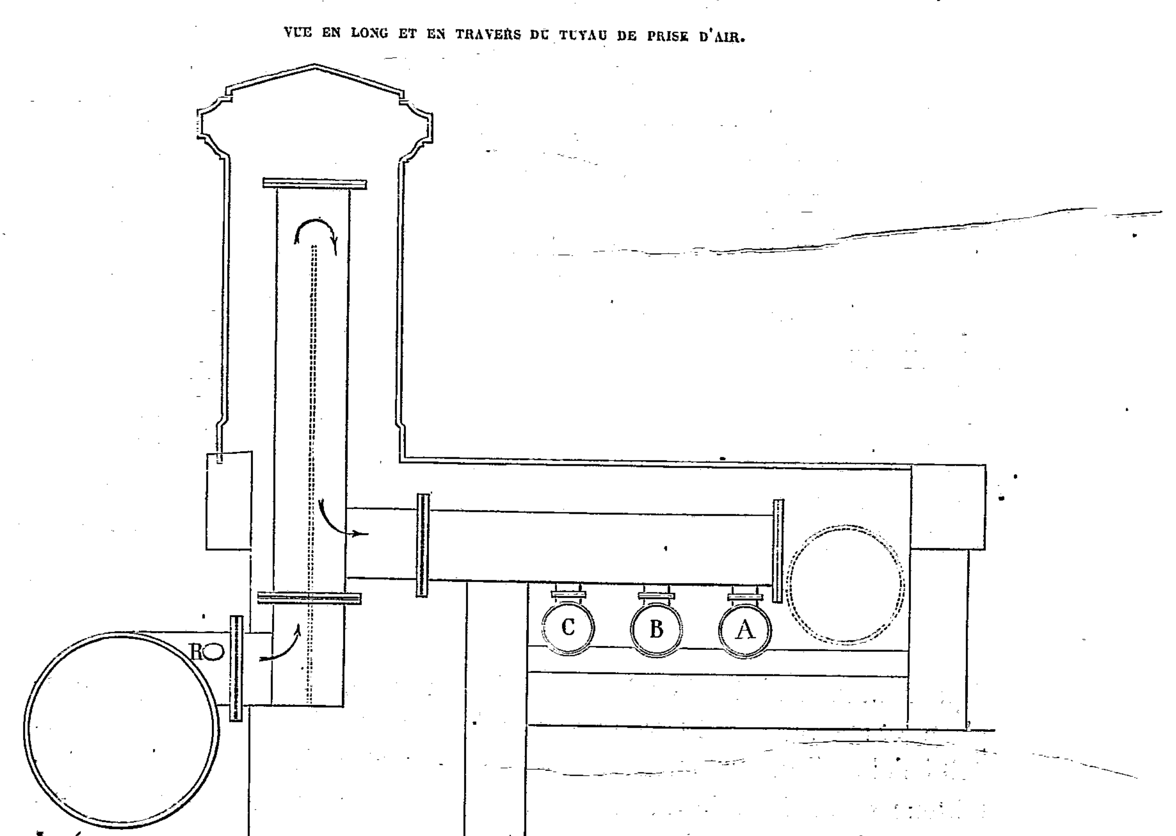
» 3° *Obstruction des trompes.* — Pour éviter l'obstruction des trompes, nous avons surmonté le siphon d'une cheminée au sommet de laquelle puisent les trompes. Le dessus de cette cheminée s'élève à $10^{m},50$ en contre-haut du niveau des égouts, de telle sorte que l'eau d'égout ne peut, en aucun cas, être aspirée à cette hauteur; et, en effet, par cette dispo-

sition, nous n'avons jamais eu le moindre engorgement dans les trompes.

» *Siphons définitifs.* — Les expériences sont terminées depuis six mois ; les siphons définitifs fonctionnent depuis le 10 mars dernier sans que nous ayons rencontré rien d'imprévu.

» *Remarque.* — Tandis que des pompes élévatoires eussent pu devenir impuissantes à la suite des grandes averses, les trompes, au contraire, de-

VUE EN LONG ET EN TRAVERS DU TUYAU DE PRISE D'AIR.



A, trompe de $0^m,027$; B, trompe de $0^m,016$; C, trompe de $0^m,027$ avec flotteur; R, regard en verre avec couvercle.

viennent inutiles dans ce cas. Dès que les siphons débitent plus de $1^{mc},200$ à $1^{mc},500$ par seconde, la vitesse de l'eau y est telle, qu'elle entraîne elle-même les gaz qu'elle dégage, en sorte que les siphons n'ont plus aucune tendance à se désamorcer.

» Cette importante propriété avait déjà été observée par M. Fizeau sur des siphons de plus faible flèche. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions linéaires.* Note de M. A.-E. PELLET.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« Soit $\theta(x) = \frac{ax+b}{a'x+b'}$ une fonction linéaire, a, b, a', b' étant des constantes satisfaisant à la condition $ab' - ba'$ différent de zéro, et considérons la suite

$$(1)\qquad x,\ \theta(x),\ \theta^2(x),\ \ldots,\ \theta^m(x),\ \ldots,$$

où $\theta^2(x)$ représente $\theta[\theta(x)]$ et en général $\theta^m(x) = \theta[\theta^{m-1}(x)]$.

» $\psi(x)$ étant une autre fonction linéaire, la suite $\psi(x), \psi\theta(x), \ldots, \psi\theta^m(x), \ldots$ contient le même nombre de termes distincts que la suite (1). Si l'on pose $\psi(x) = y$, $\psi\theta(x) = \chi(y)$, $\chi(y)$ sera une fonction linéaire, et l'on aura $\psi\theta^m(x) = \chi^m(y)$. Si l'on connaît la suite $y, \chi(y), \ldots, \chi^m(y), \ldots$, on pourra en déduire les termes de la suite (1) par l'équation $\psi\theta^m(x) = \chi^m(y)$.

» Prenons $\psi(x) = \frac{x+\lambda}{x+\lambda'}$, $\lambda - \lambda'$ étant différent de zéro. On aura

$$x = \frac{\lambda' y - \lambda}{1-y},\quad \chi(y) = \frac{(a'\lambda\lambda' - b'\lambda + a\lambda' - b)y - a'\lambda^2 + (b'-a)\lambda + b}{[a'\lambda'^2 - (b'-a)\lambda' - b]y - a'\lambda\lambda' + b'\lambda' - a\lambda + b}.$$

» Deux cas sont à considérer :

» *Premier cas.* — L'équation $a'\lambda^2 - (b'-a)\lambda - b = 0$ a ses deux racines distinctes. En prenant pour λ et λ' les valeurs de ces racines, il vient $\chi(y) = \alpha y$; α, égal à $\frac{a\lambda' - b'\lambda - 2b}{b'\lambda' - a\lambda + 2b}$, est racine de l'équation

$$\alpha^2 + \frac{(a+b')^2 + 2(a'b - ab')}{a'b - ab'}\alpha + 1 = 0.$$

Il en résulte $\chi^m(y) = \alpha^m y$, $\theta^m(x) = \frac{\lambda'\alpha^m(x+\lambda) - \lambda(x+\lambda')}{x+\lambda' - \alpha^m(x+\lambda)}$.

» Si aucune des puissances de α n'est égale à 1, tous les termes de la suite indéfinie (1) sont distincts. Dans le cas contraire, soit μ la première puissance de α égale à 1; $\theta^\mu(x) = x$; la suite (1) est périodique et ne contient que μ termes distincts.

» De ce qui précède on déduit la proposition suivante, qui permet de

reconnaître les équations irréductibles dont deux racines sont reliées linéairement, et qui, je crois, n'avait pas été remarquée :

» *Si les racines d'une équation de degré $n\mu$ se partagent en n groupes de μ racines d'un groupe pouvant être représentées par x, $\theta(x)$, ..., $\theta^{\mu-1}(x)$, x étant l'une d'elles, la substitution* $x = \frac{\lambda' y - \lambda}{1-y}$ *ramène l'équation à la forme* $F(y^\mu) = 0$, F *désignant une fonction entière.*

» Par exemple, si dans une équation réciproque on remplace x par $\frac{y+1}{y-1}$, l'équation nouvelle ne contient que des termes de degré pair en y. Cette transformation des équations réciproques offre quelquefois des avantages sur la transformation ordinaire. Ainsi, en posant $x^2 = t$, il est facile de voir que l'intégrale $\int \frac{f(x)\,dx}{\sqrt{ax^6+bx^4+cx^2+d}}$, $f(x)$ étant une fonction rationnelle, se ramène aux fonctions elliptiques; on en déduit que l'intégrale $\int \frac{f(x)\,dx}{\sqrt{ax^6+bx^5+cx^4+dx^3+cx^2+bx+a}}$ se ramène aussi aux fonctions elliptiques.

» *Second cas.* — L'équation $a'\lambda^2 - (b'-a)\lambda - b = 0$ a ses deux racines égales. Prenant pour λ' la valeur de cette racine double et pour λ un nombre différent de λ', il vient

$$\chi(y) = y + \frac{2a'}{a+b'}(\lambda - \lambda'), \quad \chi^m(y) = y + \frac{2ma'}{a+b'}(\lambda - \lambda'),$$

et l'on en déduit

$$\theta^m(x) = \frac{\left(a - b' + \frac{a+b'}{m}\right)x + 2b}{2a'x - \left(a - b' - \frac{a+b'}{m}\right)}.$$

Les termes de la suite indéfinie (1) sont tous distincts. »

CHIMIE. — *Recherches expérimentales sur la décomposition de quelques explosifs; analyse des produits.* Note de MM. SARRAU et VIEILLE, présentée par M. Berthelot.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Nous avons fait connaître, dans une précédente Communication [1], les résultats de nos expériences sur la nature et la composition des gaz

[1] Séance du 3 mai 1880.

fournis, en vase clos sous des pressions élevées, par la décomposition du coton-poudre pur ou nitraté et de la nitroglycérine. Nous allons exposer les résultats, fort différents, que nous avons constatés en étudiant la décomposition des mêmes explosifs sous une pression voisine de la pression atmosphérique.

» Ces nouveaux résultats offrent un intérêt théorique, parce qu'ils présentent un exemple remarquable de l'influence que les conditions extérieures des réactions exercent sur la nature des produits.

» Au point de vue pratique, ils donnent des renseignements sur la nature des gaz qui peuvent se répandre dans les mines, dans les cas des *ratés de détonation*. En effet, dans la plupart de ces cas, l'explosif, simplement enflammé par l'amorce, fuse lentement sous de faibles pressions. Nous avons d'ailleurs vérifié, par une expérience directe, que le mode de décomposition qui se produit alors dans un milieu peu résistant est tout à fait assimilable à celui que nous avons réalisé dans nos appareils.

» Comme dans nos recherches précédentes, nous avons complété l'analyse volumétrique des gaz par la mesure absolue du volume occupé, à la température 0° et sous la pression normale, par les gaz d'un poids déterminé de la substance. Le Tableau suivant fait connaître (en litres) le volume de chacun des gaz par kilogramme de l'explosif :

Désignation de la substance.	AzO^2.	CO.	CO^2.	H.	Az.	C^2H^4.	Volume total. lit
Coton-poudre pur.................	139	237	104	45	33	7	565
Coton-poudre au nitrate de potasse [1].	71	58	57	3	7	»	196
Coton-poudre au nitrate d'ammon. [2].	122	65	103	12	112	»	414
Nitroglycérine....................	218	162	58	7	6	1	452

» On voit que, dans ce mode de décomposition, tous les explosifs dégagent du bioxyde d'azote [3] et de l'oxyde de carbone. Il importe donc, dans les travaux de galerie, d'éviter les ratés de détonation, en apportant le plus grand soin au choix de l'amorce et aux conditions de l'amorçage. »

---

(1) Parties égales de coton-poudre et de nitrate de potasse.

(2) 40 parties de coton-poudre et 60 parties de nitrate d'ammoniaque.

(3) La production du bioxyde d'azote lors de la décomposition du coton-poudre dans le vide a été signalée par plusieurs expérimentateurs (Necker et Schmidt, Teschenbacher et Ponet, Karolyi). La multiplicité des réactions possibles, dégageant dans certains cas des vapeurs nitreuses, a été également remarquée par M. Jungfleisch.

M. E. **Fabry** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « Condition pour qu'une équation différentielle linéaire soit intégrable ».

(Commissaires : MM. Bertrand, Puiseux, Bouquet.)

M. E. **Guyot** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « Essai sur la résolution des équations des degrés supérieurs ».

(Commissaires : MM. Hermite, Bonnet, Puiseux.)

M. **Dechaux** adresse, pour le Concours des prix de Médecine et Chirurgie, un Mémoire intitulé « De la stérilité de la femme ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une circulaire de M. *Feddersen*, qui se propose de publier un supplément du « Dictionnaire biographique » de Poggendorff.

2° Un Ouvrage portant pour titre « Physiologie expérimentale. Travaux du laboratoire de M. Marey » (IVe Volume). (Présenté par M. Marey.)

3° La deuxième édition de la Ire Partie du « Traité de Mécanique » de M. *E. Collignon*.

4° Un Ouvrage de M. *A. Hannover*, intitulé « Le cartilage primordial et son ossification dans le crâne humain avant la naissance ». (Présenté par M. Robin.) (Cet Ouvrage est renvoyé au Concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination d'intégrales algébriques de différentielles algébriques.* Note de M. **Zeuthen**.

« On sait que M. Liouville a donné, dans le XXIIe Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*, une méthode de la détermination des intégrales algébriques de différentielles algébriques.

» Plus tard, le développement de la théorie des fonctions a fourni de nouveaux moyens de décider sur la possibilité d'une intégration algé-

brique ; on les trouve notamment dans les travaux de MM. Briot et Bouquet. En revenant aux mêmes questions, j'ai essayé d'utiliser les progrès de la théorie des fonctions ou courbes algébriques.

» Soit donnée une équation algébrique

$$(1) \qquad f\left(x, \frac{dy}{dx}\right) = 0,$$

de l'ordre μ en $\frac{dy}{dx}$, et de l'ordre μ' en x; je me propose d'en déduire une relation algébrique

$$(2) \qquad F(x, y + c) = 0,$$

s'il est possible. En déterminant la forme de l'équation (2) à un nombre fini de constantes près, l'identité des valeurs de $\frac{dy}{dx}$ déduites des deux équations, qui doit avoir lieu, me fournira le moyen de déterminer les constantes ou, si cette détermination est impossible, de voir que l'intégrale cherchée est transcendante.

» Le degré de l'équation (2) en c devant être le même que celui de (1) en $\frac{dy}{dx}$, l'équation (2) sera du degré μ en y. Il suffira donc, pour déterminer l'ordre n des courbes représentées par l'équation (2), de déterminer la multiplicité ν du point J à l'infini sur l'axe $x = 0$; on aura alors

$$(3) \qquad n = \mu + \nu.$$

» On pourrait déterminer ν par des développements en séries [1], mais nous préférons nous servir du lemme suivant [2] :

» *Soit donné un point singulier d'une courbe à une seule tangente, et soient r le degré de multiplicité du point, r' celui de la tangente : alors le nombre de points d'intersection coïncidents de la tangente ainsi que le nombre des tangentes coïncidentes par le point seront tous deux égaux à $r + r'$.*

» On en déduit que la multiplicité ν d'un point singulier quelconque

---

(1) En effet, ces développements seront possibles si la courbe est algébrique, et, dans le cas actuel, une série contenant un coefficient arbitraire n'appartiendra que pour une seule valeur de ce coefficient à une seule des courbes (2).

(2) Je crois que M. Stolz a publié le premier ce lemme, utile à beaucoup de recherches (*Mathematische Annalen*, t. VIII) ; M. Nöther l'a trouvé aussi dans un travail indépendant de celui de M. Stolz (*Math. Ann.*, t. IX); le théorème II énoncé par M. Halphen à la page 32 du *Bulletin de la Société mathématique*, t. IV, en est une généralisation.

d'une courbe algébrique est égale à la différence $n' - \sigma'$ entre la classe n' de la courbe et la somme σ' des degrés de multiplicité de toutes les tangentes passant par le point, y compris celles qui l'ont pour point de contact.

» Appliquons ce dernier théorème au point singulier J des courbes (2), et supposons que la droite à l'infini J' soit tangente ν'-tuple. Soit τ' la somme des degrés de multiplicité des autres tangentes par J. Alors on aura

$$\sigma' = \tau' + \nu' \quad \text{et} \quad n' = \mu' + \nu',$$

et par conséquent

$$(4) \qquad \nu = \mu' - \tau';$$

μ' est déjà connu, et τ' se détermine de la manière suivante :

» *Qu'on cherche toutes les valeurs finies* $x = a$ *qui rendent* $\frac{dy}{dx} = \infty$ *ou bien* $\frac{dx}{dy} = 0$; *qu'on développe ensuite* (en se servant au besoin du parallélogramme de Newton) *toutes les séries possibles*

$$\frac{dx}{dy} = A_1(x-a)^{\frac{t_1}{s}} + A_2(x-a)^{\frac{t_2}{s}} + \ldots,$$

où $t_1, t_2, \ldots$ *ont des valeurs entières, positives et ascendantes : alors je dis que* τ' *sera égal à la somme, étendue à toutes ces séries, dont chaque terme est le plus petit des deux nombres* s *et* t_1.

» Il suffit donc de déterminer les valeurs de ces deux nombres.

» En effet, si $s > t_1$, on trouvera la série suivante,

$$y + k = \frac{s}{A_1(s - t_1)}(x-a)^{\frac{s-t_1}{s}} + \ldots,$$

convergente pour de petites valeurs de $x - a$. Toute courbe du système aura une seule branche (système circulaire) représentée par cette série (si elle en avait deux, x serait une fonction périodique de y). A cette branche correspond, avec les notations de notre lemme, $r = s - t_1$, $r + r' = s$, et, par conséquent, la droite $x = a$ sera tangente t_1-tuple de cette branche.

» Si, au contraire, $s \leqq t_1$, l'intégration opérée ici devient impossible. Alors s des μ racines $\frac{dy}{dx}$ de l'équation (1) ne donneront aucune branche ordinaire d'une courbe du système. La droite $x = a$ sera une partie d'une de ces courbes (intégrales particulières), et, pour les autres, s des μ points d'intersection avec la droite se seront éloignés à l'infini ; s sera alors, avec la

notation du lemme, le nombre r' correspondant à une branche passant par le point J ou bien le degré de multiplicité de sa tangente.

» L'ordre n des courbes (2) étant déterminé, nous connaissons l'équation (2) à un nombre fini de constantes près; ce nombre sera ordinairement réduit par la circonstance que nous connaissons encore le degré μ en y. On peut le réduire ultérieurement, soit en faisant usage des propriétés déjà trouvées du point singulier J, soit en en déduisant d'autres de l'équation différentielle, soit en déterminant au moyen de celle-ci les abscisses des autres points où a lieu une singularité formée d'une seule branche.

» En beaucoup de cas, il est plus simple de trouver l'équation tangentielle des courbes intégrales. Il suffit pour cela de substituer $\frac{dy}{dx} = u$, $x = \frac{dv}{du}$, u et $v = x\frac{dy}{dx} - y$ étant les coordonnées d'une tangente. L'équation (1) conservant alors sa forme, on déduira des équations (3) et (4)

$$n' = \mu' + \nu', \quad \nu' = \mu - \tau,$$

où τ se détermine par la règle indiquée pour τ'.

» n et n' sont deux des nombres plückériens des courbes cherchées. Pour déterminer les autres, il suffit de connaître encore leur genre μ. Celui-ci est égal au genre de la courbe qui sera représentée par l'équation (1) si l'on y substitue y à $\frac{dy}{dx}$. En effet, les points de cette courbe et d'une courbe intégrale se correspondront un à un.

» Les exemples suivants ([1]) serviront à montrer la simplicité de la détermination de n et n' :

1°
$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^3 - 3x\frac{dy}{dx} + x^3 = 0;$$

on a ici

$$\mu = \mu' = 3, \quad \tau = \tau' = 0, \quad \nu = \nu' = 3, \quad n = n' = 6.$$

2°
$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^3 (9x^4 + 4) - 12x^2\frac{dy}{dx} - 8x^3 = 0;$$

on a ici

$$\mu = 3, \quad \mu' = 4, \quad \tau = 1, \quad \tau' = 4, \quad \nu = 0, \quad \nu' = 2, \quad n = 3, \quad n' = 6.$$

3°
$$x^4(27b^2x^2 + 4a^3)\left(\frac{dy}{dx}\right)^3 + 4a(6b^2x^2 + a^3)\frac{dy}{dx} - 8b^3x = 0;$$

([1]) Nous avons emprunté le premier à la *Théorie des fonctions elliptiques* de MM. Briot et Bouquet, le deuxième à un Mémoire de M. Rydberg.

on a ici

$$\mu = 3,\quad \mu' = 6,\quad \tau = 3,\quad \tau' = 2.1 + 2 = 4,$$
$$\nu = 2,\quad \nu' = 0,\quad n = 5,\quad n' = 6.$$

» Les formes de ces équations différentielles montrent que les exposants de x dans les équations primitives seront pairs dans les deux derniers cas et des multiples de 3 dans le premier cas. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires simultanées et sur une classe de courbes gauches* (¹). Note de M. É. Picard, présentée par M. Hermite.

« Supposons, comme application des considérations précédemment exposées, que

$$\frac{1}{R} = \frac{2n}{a}\, dn\left(\frac{s}{a}\right),\quad \frac{1}{r} = \frac{1}{b},$$

a et b étant deux constantes, n un entier positif, et $\mathrm{dn}(x)$ étant la troisième fonction elliptique; on aura comme cas particulier l'hélice circulaire si le module est nul.

» Le système (IV) a alors toutes ses intégrales uniformes, et, en posant

$$\frac{s}{a} = x \quad \text{et} \quad \frac{a}{b} = h,$$

on peut l'écrire

$$\frac{du}{dx} = 2n\,\mathrm{dn}\,x\,v,\quad \frac{dv}{dx} = -\,2n\,\mathrm{dn}\,x\,u - hw,\quad \frac{dw}{dx} = hv.$$

» Le système d'intégrales doublement périodiques de première espèce a la forme

$$u = \mathrm{A}_0\,\mathrm{sn}^{2n}x + \mathrm{A}_1\,\mathrm{sn}^{2n-2}x + \ldots + \mathrm{A}_n,$$
$$v = (\mathrm{A}_0\,\mathrm{sn}^{2n-1}x + \ldots)\,\mathrm{cn}\,x,$$
$$w = \frac{(-1)^n}{2n-1}\,h\mathrm{A}_0\,\mathrm{dn}^{2n-1}x + \ldots,$$

les puissances se succédant de deux en deux dans chacun de ces polynômes; on aura en outre pour u l'intégrale

$$u = \mathrm{B}_0\,\mathrm{D}_x^{2n-1}\,\frac{\mathrm{H}(x+\omega)e^{\lambda x}}{\Theta(x)} + \mathrm{B}_1\,\mathrm{D}_x^{2n-3}\,\frac{\mathrm{H}(x+\omega)e^{\lambda x}}{\Theta(x)} + \ldots,$$

(¹) Voir *Comptes rendus*, séance du 3 mai 1880.

et le changement de x en $-x$ donnera la troisième intégrale. $\mathrm{sn}^2\omega$ et λ^2 sont des fonctions rationnelles de h. Toutes les intégrales u ayant un résidu nul relativement au pôle iK', on voit que les coordonnées X, Y, Z d'un point de la courbe seront des fonctions uniformes de x, et par suite de l'arc s.

» Si l'on fait $n=1$, on a une courbe qui a déjà été rencontrée par M. Hermite, comme cas particulier de la courbe élastique (*Comptes rendus*, 22 mars 1880, p. 645). Les équations donnant ω et λ sont alors

$$\lambda^2 - k^2\,\mathrm{sn}^2\omega + h^2 + 1 = 0,$$

$$\lambda^2 - 2\lambda k^2 \frac{\mathrm{sn}\,\omega\,\mathrm{cn}\,\omega}{\mathrm{dn}\,\omega} + 1 + k'^2 - \mathrm{dn}^2\omega = 0.$$

» L'élimination de λ donne

$$\mathrm{sn}^2\omega = \frac{(h^2+k^2)^2}{k^2[(h^2+k^2)^2+4h^2k'^2]},$$

et l'on a

$$\lambda = \frac{(2k^2\,\mathrm{sn}^2\omega - h^2 - k^2)\,\mathrm{dn}\,\omega}{2k^2\,\mathrm{sn}\,\omega\,\mathrm{cn}\,\omega}.$$

» On reconnaît de suite que $\mathrm{sn}^2\omega$ est compris entre 1 et $\frac{1}{k^2}$, et l'on peut par suite écrire $\omega = K + iv$, v étant réel. Les intégrales de première espèce sont

$$u = \mathrm{sn}^2 x + \frac{h^2-k^2}{2k^2}, \quad v = \mathrm{sn}\,x\,\mathrm{cn}\,x, \quad w = -\frac{h}{k^2}\mathrm{dn}\,x.$$

» Je n'écris pas les valeurs des coordonnées X, Y, Z, dont la forme est identique à celle donnée par M. Hermite pour les coordonnées de l'élastique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions de deux variables indépendantes.* Note de M. E. PICARD, présentée par M. Hermite.

« La théorie générale des fonctions de deux variables, d'après les principes de l'étude des fonctions de variables imaginaires, présente les plus grandes difficultés. On ne possède pas de propositions générales analogues à celles qui font la base de la théorie des fonctions d'une seule variable. Une des causes de la difficulté de ce sujet tient sans aucun doute à ce qu'il y a en général, pour une fonction de deux variables x et y, une infinité de valeurs de x et une infinité de valeurs de y qui, convenablement asso-

ciées, forment des couples de valeurs singulières. Supposons que x et y restent dans leur plan respectif à l'intérieur de deux contours A et A'. Une classe particulièrement simple de fonctions de ces variables sera la classe des fonctions, uniformes ou non uniformes, jouissant de la propriété suivante. Soient $x_1, x_2, \ldots, x_m$ et $y_1, y_2, \ldots, y_n$ certaines positions de x et y en nombre fini dans A et A'; nous supposerons que, dans le voisinage de toute valeur α de x et β de y ne coïncidant respectivement avec aucun des points $x_1, x_2, \ldots, x_m$ et $y_1, y_2, \ldots, y_n$, la fonction soit holomorphe par rapport à x et à y. On peut étendre aux fonctions de ce genre divers résultats relatifs aux fonctions d'une seule variable et se poser à leur égard divers problèmes sur lesquels je compte revenir; mais c'est l'étude d'une classe particulière d'entre elles que j'ai eu tout d'abord en vue. Supposons que les aires A et A' soient les plans tout entiers des x et des y, et soient o, 1 et ∞ les positions singulières pour l'une et l'autre des variables. Je considère une fonction non uniforme $F(x, y)$ telle qu'entre quatre branches quelconques de cette fonction existe une relation linéaire et homogène à coefficients constants. Soient $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ un système d'indices relatif au point $x = 0$, et de même μ_1, μ_2, μ_3 et ν_1, ν_2, ν_3 des systèmes d'indices relatifs aux points $x = 1$ et $x = \infty$. On aura pareillement pour y des systèmes d'indices formés avec les mêmes lettres accentuées. Nous admettons que dans le voisinage de $x = 0$, y ayant une valeur quelconque différente de o, 1, ∞, trois des branches de F aient la forme

$$x^{\lambda_1}(A_0 + A_1 x + \ldots),$$
$$x^{\lambda_2}(B_0 + B_1 x + \ldots),$$
$$x^{\lambda_3}(C_0 + C_1 x + \ldots),$$

les A, B, C étant des fonctions holomorphes de y, pour toute valeur distincte de o, 1 et ∞; et il y a des déterminations de même forme dans le voisinage des autres valeurs singulières tant pour y que pour x, les exposants étant dans chaque cas ceux qui sont relatifs à la valeur considérée. On suppose enfin que $\Sigma(\lambda_1 + \mu_1 + \nu_1) = \Sigma(\lambda'_1 + \mu'_1 + \nu'_1) = 0$.

» On peut se proposer d'étudier les fonctions jouissant des propriétés précédentes, moyennant, s'il est nécessaire, d'autres relations entre les indices. On voit que le problème que je viens d'énoncer est la généralisation de celui que s'est proposé Riemann dans ses belles recherches sur les fonctions hypergéométriques d'une seule variable (Riemann, *Mathematische Werke*, p. 62).

» Il existe évidemment un système d'équations linéaires aux dérivées

partielles, de la forme

$$(I) \qquad r = ap + bq + cz, \quad t = a_1 p + b_1 q + c_1 z,$$

où p, q, r et t ont les significations habituelles, auquel satisfait $F(x, y)$.

» Soient F_1, F_2, F_3 trois branches de cette fonction linéairement indépendantes; la première des équations (I) pourra s'écrire

$$\begin{vmatrix} r & p & q & z \\ \frac{\partial^2 F_1}{\partial x^2} & \frac{\partial F_1}{\partial x} & \frac{\partial F_1}{\partial y} & F_1 \\ \frac{\partial^2 F_2}{\partial x^2} & \frac{\partial F_2}{\partial x} & \frac{\partial F_2}{\partial y} & F_2 \\ \frac{\partial^2 F_3}{\partial x^2} & \frac{\partial F_3}{\partial x} & \frac{\partial F_3}{\partial y} & F_3 \end{vmatrix} x^{-\Sigma\lambda_1+3}(1-x)^{-\Sigma\mu_1+3}y^{-\Sigma\lambda'_1+1}(1-y)^{-\Sigma\mu'_1+1} = 0.$$

» J'établis que, d'après ce qui a été supposé sur la fonction F, cette équation a nécessairement la forme

$$x^2(x-1)^2 P_{11} r = x(x-1)P_{21} p + y(y-1)P_{30} q + P_{31} z,$$

en désignant d'une manière générale par P_{mn} un polynôme en x et y, de degré m par rapport à x, et de degré n par rapport à y, et je montre de même que la seconde des équations (I) a la forme nécessaire

$$y^2(y-1)^2 P_{11} t = y(y-1)P_{12} q + x(x-1)P_{03} p + P_{13} z.$$

» Il faut maintenant déterminer les coefficients entrant dans ces polynômes, mais je remets ces calculs, qui présentent quelques complications, à une Communication prochaine. »

OPTIQUE. — *Sur la théorie des phénomènes d'interférence où intervient la polarisation rotatoire.* Note de M. **Gouy**.

« Dans une Note récente ([1]), j'ai montré qu'on peut faire la théorie des phénomènes produits par les milieux actifs en se plaçant à un point de vue différent de celui de Fresnel, et qui lui est équivalent.

» Dans les expériences d'interférence, ce point de vue l'emporte en simplicité sur celui de Fresnel, dont l'application devient assez délicate pour avoir pu donner lieu à une méprise, comme nous allons le voir.

» Examinons d'abord la question à notre point de vue. Une plaque de

([1]) *Comptes rendus*, séance du 26 avril 1880.

quartz à faces perpendiculaires à l'axe reçoit sous l'incidence normale une onde homogène, plane et polarisée rectilignement. Sur la face de sortie nous aurons des vibrations rectilignes partout identiques. Elles enverront à un point extérieur quelconque une certaine vibration résultante, à laquelle nous ne changerions rien en enlevant la plaque, et substituant à la face de sortie une onde plane, limitée par le même contour, et sur laquelle les vibrations seraient ce qu'elles étaient sur la face de sortie. Nous pouvons donc regarder la plaque comme se laissant traverser par l'onde incidente, en produisant sur elle un changement de phase et une rotation du plan de polarisation. Le premier effet peut être produit par une plaque d'un corps inactif; ainsi, les corps actifs jouent dans les phénomènes d'interférence le même rôle que les corps inactifs, sauf la rotation ordinaire du plan de polarisation (¹).

» Cette conclusion est en désaccord avec l'explication que l'on donne généralement, d'après Fresnel, d'expériences faites par Arago et par lui-même (²); cette difficulté mérite toute notre attention.

» Pour fixer les idées, nous considérerons les franges de Young produites dans la lumière polarisée rectilignement au moyen de deux petites ouvertures égales O et O'. Nous observons les franges sur un plan très éloigné; soit A un point de ce plan; notre plaque de quartz est normale aux rayons qui vont de O et de O' en A. Dans le langage de Fresnel, le rayon qui va de O en A se dédouble dans le quartz en deux rayons circulaires inverses D et G; de même, le rayon venant de O' se dédouble en deux rayons D' et G'. Il y a donc quatre combinaisons à considérer : D avec D', G avec G', D avec G', G avec D'. Elles donneront quatre systèmes de franges d'interférence. Le premier et le deuxième se superposent évidemment : ce sera, dans la lumière blanche, le système central. Le troisième et le quatrième seront des systèmes latéraux, visibles seulement avec un analyseur. Tel est, en substance, le raisonnement de Fresnel.

» Comme on le voit, ces systèmes de franges sont regardés comme indépendants. On s'y trompe aisément si l'on ne considère que la lumière

(¹) Si l'onde incidente est polarisée elliptiquement ou circulairement (expérience de Babinet), on la décomposera, comme on sait le faire, en deux ondes polarisées rectilignement, que l'on étudiera séparément. Le changement de direction des composantes rectilignes de l'onde circulaire équivaut, comme on sait, à une avance ou à un retard de cette onde, suivant le sens de la vibration.

(²) ARAGO, *Œuvres complètes*, t. X, p. 93. — FRESNEL, *Œuvres complètes*, t. I, p. 655.

blanche; mais, dans la lumière homogène, on reconnaît que les systèmes latéraux, pris ensemble, ne sont qu'une forme nouvelle de l'expression du système central. Pour le démontrer, il suffit de traduire le raisonnement en formules.

» Prenons trois axes rectangulaires, le plan des ouvertures pour plan des xy, l'axe des x parallèle à la vibration de l'onde incidente. Soit $a\sin 2\pi\frac{t}{T}$ la vitesse vibratoire aux deux ouvertures. Calculons les vitesses apportées au point A par les rayons D, D', G et G', et composons ces vitesses en une seule, comme nous avons le droit de le faire, puisque ces rayons sont issus d'une même onde polarisée. En appelant δ la différence des distances OA et O'A, E l'épaisseur du quartz, λ_0 la longueur d'onde dans l'air, λ_1 et λ_2 celles des deux circulaires inverses dans le quartz, il vient, pour les projections V et V' de la vitesse au point A sur les axes des x et des y, à un facteur constant près,

$$V = \cos\pi\frac{\delta}{\lambda_0}\cos\pi E\left(\frac{1}{\lambda_1}-\frac{1}{\lambda_2}\right)\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}-\varphi\right),$$
$$V' = \cos\pi\frac{\delta}{\lambda_0}\sin\pi E\left(\frac{1}{\lambda_1}-\frac{1}{\lambda_2}\right)\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}-\varphi\right),$$

φ étant indépendant de t.

» C'est l'expression d'un système unique de franges, polarisé rectilignement dans un même plan, et entièrement indépendant de E, sauf pour la direction du plan de polarisation. On pourrait donc supprimer le quartz sans y changer autre chose que cette direction. Dans la lumière blanche, il y a une seule frange centrale, donnée par la condition $\delta = 0$.

» L'expérience a paru longtemps d'accord avec l'aperçu de Fresnel, qu'elle avait d'ailleurs précédé, et c'est même la cause évidente de la méprise que nous venons de reconnaître. En effet, avec la lumière blanche et un analyseur, on voit deux systèmes latéraux de franges colorées [1]. Mais M. Righi a montré par des expériences concluantes que, dans la lumière homogène, on n'a qu'un seul système de franges, et que les franges latérales, dans la lumière blanche, proviennent de ce que certaines couleurs se trouvent éteintes par le passage du faisceau polarisé à travers un quartz

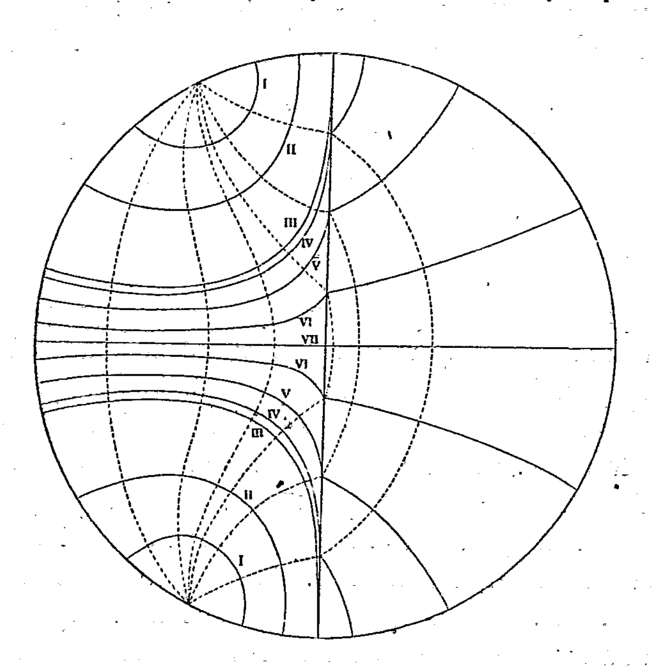
(1) Cette vérification n'était pourtant pas bien satisfaisante, car la distance des deux systèmes est double de la distance théorique (Billet, *Optique physique*, t. II, p. 242).

épais suivi d'un analyseur, ce qui fait reparaître les franges en des points où il n'y avait qu'un éclairement uniforme (¹).

» L'expérience et le calcul basé sur la considération des deux rayons circulaires se trouvent donc bien d'accord avec la théorie exposée au début de cette Note. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les lignes équipotentielles d'un plan formé de deux moitiés inégalement conductrices.* Note de M. **A. Guébhard.**

« Comme complément à ma Note du 26 avril, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie la réalisation expérimentale d'un cas plus complexe et d'autant plus remarquable, qu'il présente un exemple pour ainsi dire



matériel de cette *réfraction* de l'électricité qu'avait pressentie, à un tout autre point de vue, Nobili, dès ses premières expériences (²). C'est le cas d'un plan conducteur formé de deux moitiés différentes, qu'on peut tou-

(¹) *Mémoires de l'Institut de Bologne*, 3ᵉ série, t. VIII, 1877. Analysé dans le *Journal de Physique*, t. VII, p. 25.

(²) *Bibliothèque universelle de Genève*, t. XXXVI, p. 5; 1827.

jours limiter, comme l'a montré Quincke [1], par un cercle ayant les électrodes sur ses bords et la ligne de séparation pour diamètre. Ce cercle est en effet toujours compris dans le système des lignes d'écoulement, tandis que les lignes de niveau présentent dans la première moitié la forme indiquée par la figure et dans la seconde moitié celle d'arcs de cercle, comme s'il n'y avait aucune différence d'homogénéité.

» C'est ce que Quincke a vérifié par des mesures électrométriques très délicates sur une grande plaque circulaire de cuivre et de plomb, et c'est aussi ce que montrent avec beaucoup de netteté les anneaux colorés que m'a donnés, dans de moindres dimensions, l'application du procédé de Nobili à des demi-plans ou demi-cercles découpés de cuivre et de nickel ou d'acier, que je juxtaposais simplement, en les collant sur des morceaux de glace. J'ai constaté qu'il y avait avantage à éviter ainsi une soudure toujours difficile à réaliser sur les lames très minces, qui, seules, peuvent donner de bons résultats. La continuité s'établit par le liquide, et les lignes que l'on obtient ne figurent pas seulement la distribution électrique dans le plan conducteur, mais, à proprement parler, les sections de surfaces équipotentielles formées dans l'électrolyte entre les électrodes et la lame métallique. Quoi qu'il en soit, l'accord parfait que j'ai constamment vérifié entre les données théoriques et les résultats figurés de mes expériences [2] m'autorise à considérer dorénavant comme générale une méthode qui, après avoir servi à vérifier tous les faits déjà calculés, permettra de trouver facilement, dans tous les cas possibles, des solutions empiriques de l'équation différentielle $\frac{d^2u}{dx^2}+\frac{d^2u}{dy^2}=0$, étendue à des limites absolument quelconques. Au point de vue expérimental, toute la difficulté est d'obtenir avec suffisamment de netteté la section des bords, à quoi l'on peut remédier en augmentant l'épaisseur des plaques en même temps que l'intensité du courant. Dans le cas de deux métaux, on arrive facilement à une précision suffisante pour pouvoir employer avec avantage ce procédé à la détermination approchée de la conductibilité relative, qui entre comme paramètre très simple dans l'équation des courbes. »

(1) *Poggendorff's Annalen der Physik*, t. XCVII, p. 382; 1856.

(2) Le défaut de temps m'empêche de présenter aujourd'hui à l'Académie les résultats analogues que j'ai obtenus, au laboratoire de Physique de la Faculté de Médecine, relativement à la figuration des lignes isothermes sur des feuilles ou toiles métalliques.

MAGNÉTISME. — *Sur les actions mutuelles d'aiguilles aimantées plongées dans des liquides.* Note de M. **Obalski.** (Extrait.)

« Soient deux aiguilles aimantées suspendues au-dessus d'un vase rempli d'eau par un fil très ténu, distantes l'une de l'autre d'une quantité légèrement plus grande que la somme de leurs rayons d'attraction mutuelle et ayant les pôles de noms contraires en regard.

» Un tuyau en caoutchouc rempli d'eau permet d'élever ou d'abaisser le niveau du liquide très graduellement, sans la moindre secousse, par son lent déroulement ou son enroulement sur un treuil.

» Dès que l'immersion des aiguilles se prononce, on les voit se rapprocher l'une de l'autre par leur partie immergée; en continuant à élever le niveau du liquide, le rapprochement s'accentue, et, enfin, quand l'immersion a atteint le tiers ou le quart des longueurs d'aiguille, le phénomène de l'attraction mutuelle se manifeste : les deux aiguilles se jettent l'une sur l'autre.

» Il est probable que ce qui s'oppose au rapprochement des aiguilles est leur propre poids. Les forces magnétiques en présence sont trop faibles pour vaincre cette résistance, due à la gravité; en affaiblissant cette résistance par l'immersion des aiguilles, ces forces peuvent devenir manifestes.

» Le même phénomène se reproduit lorsque les aiguilles sont suspendues par leurs pôles de même nom.

» Placées à l'air libre, à la distance voulue, pour n'exercer l'une sur l'autre qu'une répulsion à peine apparente, on voit les extrémités libres s'écarter graduellement l'une de l'autre, au fur et à mesure que l'immersion se prononce. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Analyse par la méthode graphique des mouvements provoqués par les excitations du cerveau.* Note de MM. **François-Franck** et **Pitres** [1], présentée par M. Marey.

« Les excitations électriques, appliquées aux régions de l'écorce du cerveau qu'on a désignées sous le nom de *zones motrices*, provoquent des mouve-

---

[1] Recherches exécutées au Collège de France, dans le laboratoire de M. le professeur Marey et développées dans les *Comptes rendus des travaux du laboratoire de M. Marey* (t. IV, 1880).

ments que nous nous sommes proposé d'analyser par la méthode graphique.

» A cet effet, nous avons fixé au tendon détaché d'un muscle du membre antérieur ou du membre postérieur, chez le chien, le chat ou le lapin, le myographe à transmission mis en rapport avec le tambour à levier incripteur; un signal électromagnétique de M. Deprez enregistrait le temps, pendant qu'un second signal inscrivait les excitations.

» I. *Caractères des mouvements.* — Le mouvement provoqué dans un groupe de muscles du côté du corps opposé au côté excité du cerveau est une simple secousse musculaire quand l'excitation corticale est elle-même une excitation simple; les excitations en série, ne dépassant pas quarante par seconde, produisent des secousses musculaires dissociées; si le nombre des excitations atteint quarante-cinq par seconde environ, chez le chien, les secousses musculaire se fusionnent en une contraction parfaite. Il faut un nombre égal d'excitations par seconde, chez un animal donné, pour provoquer le tétanos complet, qu'on agisse sur le cerveau, sur le nerf moteur ou sur le muscle.

» Quand, au lieu d'employer des excitations assez énergiques pour qu'une seule décharge électrique (courant induit ou décharge de condensateur) détermine sûrement une secousse musculaire, on emploie des excitations un peu moins fortes, on observe le phénomène de la *sommation;* les premières excitations ne donnant lieu à aucune réaction musculaire, on voit apparaître les secousses au bout de quelques excitations.

» Si les excitations sont fortes ou prolongées, il se produit, à la suite du mouvement simple, directement provoqué, un accès épileptique localisé dans le groupe de muscles correspondant au centre excité. Cet accès peut rester localisé à ce groupe musculaire, s'étendre aux deux membres du même côté ou se généraliser au corps tout entier. L'accès est constitué régulièrement par deux périodes successives, l'une de contracture ou période tonique, l'autre de dissociation des secousses ou période clonique; quelquefois la période initiale tonique fait défaut. Quand un premier accès a été provoqué, il suffit souvent de la moindre excitation pour en déterminer de nouveaux.

» Ces convulsions localisées ou généralisées ne se produisent pas quand, au lieu d'appliquer les excitations à l'écorce elle-même, on les transporte à la coupe des faisceaux blancs sous-jacents, après avoir soigneusement enlevé la substance grise des circonvolutions excitées. Dans ces conditions on n'obtient, avec les excitations les plus intenses, que des mouvements

simples, cessant avec l'excitation. Nous avons noté que l'excitabilité des faisceaux blancs augmente à mesure qu'on se rapproche de la capsule interne, si bien qu'à ce niveau de faibles excitations suffisent pour provoquer un tétanos violent, à renforcements souvent rythmiques et qui mérite, en raison de ses caractères spéciaux, le nom de *tétanos capsulaire*.

» II. *Retard des mouvements sur l'instant de l'excitation*. — 1° Le retard du mouvement sur l'instant de l'excitation corticale est constant pour un même groupe musculaire, chez le même animal, quelle que soit la forme ou l'intensité de l'excitant électrique.

» 2° Une partie notable de ce retard est due à la *résistance physiologique* de la substance grise corticale. En effet, si, après avoir enlevé la mince couche d'écorce qui recouvre le centre ovale au point excité, on irrite électriquement la coupe blanche ainsi obtenue, on voit que le retard total diminue d'un quart et souvent d'un tiers.

» 3° Les mouvements provoqués par les excitations appliquées à un seul côté du cerveau ne se limitent pas toujours aux muscles situés du côté opposé du corps; il s'en produit de symétriques, du même côté si les excitations dépassent une certaine intensité. Dans ce cas, le retard est plus grand pour les mouvements associés qui surviennent du même côté que l'excitation.

» 4° Quand on excite simultanément deux points du cerveau situés du même côté et correspondant l'un au membre antérieur, l'autre au membre postérieur, on voit apparaître plus tardivement le mouvement de ce dernier membre; la différence des retards peut permettre de déterminer la vitesse de transmission dans la moelle des incitations motrices de provenance corticale. »

MÉDECINE. — *Sur les analogies et les différences qui existent entre la maladie du sommeil et le* nelavan. Note de M. **Ad. Nicolas**, présentée par M. Pasteur.

« Les *Comptes rendus* ont publié, dans le numéro du 26 avril dernier, une Note de M. le Dr Talmy, *Sur les analogies qui semblent exister entre le choléra des poules et la maladie du sommeil* (nelavan). M. Talmy s'appuie sur un rapprochement qu'il a fait des symptômes du *choléra des poules*, décrits par M. Pasteur (*Comptes rendus* du 9 février 1880), avec ceux que j'ai indiqués moi-même en 1861 (*Gazette hebdomadaire*), comme caractéristiques de la *maladie du sommeil*. Il ajoute que « les premières descriptions

» de la maladie du sommeil, quoique portant cependant le cachet de l'ob-
» servation la plus exacte, n'ont pas noté l'engorgement ganglionnaire du
» cou, signalé pour la première fois par Mc Carthy (1873), puis par
» Gore (1875), et enfin par Corre (1877) ». De la fréquence de ce symptôme dans le *nelavan*, il conclut à une analogie, au moins possible, entre la *maladie du sommeil* et le *choléra des poules*.

» Sans contester cette analogie pour le *nelavan* et le *choléra des poules*, et tout en rendant hommage à la justesse de vues de mon confrère et ami M. Talmy, je crois utile de faire des réserves sur le sujet. Il importe également, dans l'intérêt des observations ultérieures, de signaler une confusion qui tend à s'établir dans les esprits, relativement à l'identité prétendue du *nelavan* et de la *maladie du sommeil*.

» Contrairement à l'opinion exprimée par M. Corre, dont le travail (*Archives de Médecine navale*, t. XXVII, p. 292) a d'ailleurs une grande valeur scientifique, il me semble impossible de reconnaître dans les symptômes qu'il a décrits la maladie du sommeil des observations antérieures.

» J'ai, le premier, insisté sur ce point caractéristique que la *somnose*, comme je l'ai appelée depuis (Thèses de Paris, 1872, p. 59), est essentiellement constituée par les manifestations physiologiques du sommeil se prolongeant au delà de ses limites normales. Elle débute par la somnolence, qui ne diffère en rien de la somnolence normale, et ses progrès sont marqués par les nuances qui séparent la somnolence du sommeil profond, de plus en plus prolongé, jusqu'à ce que, finalement, le malade ne se réveille plus. J'avais pris soin d'ajouter à ma description toute une série de symptômes *négatifs*, pensant qu'en énumérant ceux qui manquaient j'éviterais le reproche de ne les avoir pas recherchés et d'avoir tracé un tableau incomplet de la maladie. Malgré tout, ce reproche s'est reproduit sous toutes les formes depuis le début de l'observation, où l'on accusait les premiers observateurs d'avoir pris pour une maladie nouvelle une simple fièvre paludéenne, comme le professe encore M. Armand (*Climatologie*, p. 621), jusqu'à l'époque actuelle, où l'on nous accuse d'avoir méconnu des symptômes d'une importance capitale.

» Cependant, depuis vingt ans, rien n'avait été ajouté à la symptomatologie de la maladie du sommeil, quoiqu'elle ait été l'objet de travaux sérieux, depuis celui de M. Guérin, portant sur cent quarante-huit observations (Thèses de Paris, 1869), jusqu'à celui tout récent de M. José Argumosa, de la Havane, analysé par M. A. Bertherand dans la *Gazette mé-*

dicale de l'Algérie du 15 février 1880. Je m'en réfère à l'article publié par M. Leroy de Méricourt dans le *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales*. Le seul point sur lequel on ait fait des réserves est l'éventualité accidentelle de phénomènes convulsifs. Or, sur dix cas que j'ai eus sous les yeux, ces phénomènes ont toujours manqué, et, quoiqu'on l'ait attribué à l'inattention de l'observateur, il semble difficile que des convulsions aient échappé à l'observation, quand on songe dans quelle *intimité* nous vivions avec nos malades sur les navires affectés au transport de l'immigration africaine.

» Donc, et ce point, ce me semble, est d'un grand intérêt, tant au point de vue physiologique qu'au point de vue pathologique, donc il existe une maladie des Nègres caractérisée exclusivement par la somnolence et le sommeil, maladie mortelle dans tous les cas observés jusqu'à ce jour.

» Bien autre est le *nelavan*. La seule lecture de l'observation relatée dans la *Médecine des ferments* du Dr Déclat, que nous a signalée M. Pasteur, et qui est due au P. Bosch, missionnaire de Dakar, établit le fait avec la plus grossière évidence. Douleurs aiguës disséminées un peu partout, phénomènes d'hyperesthésie, hallucinations terrifiantes, urines vert foncé, épaississement des produits de sécrétion, *poussière grisâtre sur la peau*, tels sont les phénomènes qui caractérisent le *nelavan*, en dehors de la somnolence.

» Le travail si remarquable du Dr Corre nous suggère la même remarque, sinon dans ses conclusions, au moins dans le détail de ses observations, qui sont nombreuses. Nous y trouvons signalés l'hydropisie, les contractures, les tremblements, les engorgements ganglionnaires, les ulcères, diverses dermatoses, la maigreur, des strumes de toute nature, etc. Il semble étrange que la maladie soit plutôt curable dans les cas compliqués, qu'elle puisse se guérir à la suite de quelques injections hypodermiques d'acide phénique (P. Bosch), et qu'elle ait, au contraire, toujours été mortelle dans les cas simples qui ont fait l'objet des premières observations. Mais, particularité des plus importantes, *le sommeil et la somnolence manquent souvent dans les épidémies de* nelavan.

» Ainsi, d'une part, absence fréquente du symptôme essentiel et unique de la *somnose;* d'autre part, tout un cortège de symptômes qu'on nous reproche de n'avoir pas aperçus, vraisemblablement parce qu'ils n'existaient pas : quelle meilleure preuve pourrait-on donner de la différence des deux affections?

» Que penser maintenant de l'influence du parasitisme dans l'une et l'autre? Si cette influence est moins apparente pour la *somnose,* j'avoue que

toutes les probabilités sont en faveur de l'hypothèse de M. Talmy, en ce qui concerne le *nelavan*.

» Cette maladie, au contraire de la *somnose*, qui se montre constamment à l'état sporadique, paraît infectieuse au premier chef. Elle dévaste des villages entiers; ailleurs, les habitants fuient devant elle; les malades sont partout un objet d'effroi; de plus, c'est une maladie essentiellement purulente; l'engorgement ganglionnaire est habituel, et l'on dit que l'ablation des ganglions suppurés rétablit la santé d'une manière parfois définitive. En outre, la somnolence, qui est assez habituelle, lui donne un point de ressemblance de plus avec le choléra des poules, et, dans certains villages, on attribue aux poulets mangés une influence infectieuse.

» Je conclus de ces remarques et de certaines autres que les limites de cette Note m'obligent à omettre que le *nelavan* a toutes les allures d'une maladie parasitaire, mais que les symptômes qui lui sont assignés sous la forme épidémique qu'il revêt sur le littoral nord de l'Afrique occidentale le distinguent, d'une manière essentielle, de la maladie du sommeil ou *somnose*, que j'ai décrite d'après les cas observés au Gabon, au Congo et aux Antilles sur les Noirs importés.

» L'observation de M. Talmy, inspirée par les brillants travaux de M. Pasteur, ouvre à l'expérimentation une voie nouvelle, où les recherches de nos successeurs ne peuvent manquer d'être fécondes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une pluie de boue tombée à Autun*. Note de M. F. DE JUSSIEU, présentée par M. Th. du Moncel.

« Le jeudi 15 avril 1880, une *pluie de boue*, d'une nature singulière, est tombée sur la ville d'Autun (Saône-et-Loire).

» C'est à l'aurore que ce phénomène s'est manifesté ; le ciel était fortement obscurci; vent d'ouest, sans tourmente ni rafales; temps calme; on n'a remarqué ni éclairs, ni tonnerre; d'ailleurs l'air était froid; le thermomètre ne s'est pas élevé au-dessus de 5° C.

» Des nuages noirs remplissaient l'espace et laissaient échapper une pluie très dense. Il semblait qu'un épais brouillard enveloppait la ville; ses vapeurs avaient une opacité extraordinaire, témoignant d'un phénomène insolite. C'est qu'en effet l'eau qui tombait du ciel en grande abondance répandait en même temps sur son passage *une poussière terreuse, extrêmement fine, de couleur rouge, rappelant celle de la brique*.

» Après dessiccation, la couleur rouge est devenue moins vive; un échantillon joint à la présente Note permettra d'en juger. Cet échantillon est accompagné de feuilles de pivoine, portant les traces de l'eau boueuse qu'elles ont reçue. Je les ai ramassées pour montrer la provenance aérienne de la poussière en question et permettre de se rendre un compte plus exact du phénomène rapporté. Toutefois, il est bon de noter que je n'ai cueilli ces feuilles que le lendemain; elles ont donc perdu une quantité considérable de la boue qui les avait imprégnées; néanmoins, leur épiderme en a suffisamment conservé pour être examiné avec fruit.

» Cette poussière est tombée en grande abondance, au point même d'avoir causé quelques mésaventures en différents quartiers de la ville: c'est ainsi que des étoffes, blanchies la veille avec soin et laissées en plein air pour recevoir la rosée de la nuit, se trouvèrent le lendemain matin dans un tel état de souillure, qu'il fut nécessaire de les lessiver à nouveau; et d'autres faits du même genre sans intérêt scientifique.

» L'analyse chimique révèle dans la poussière en question la présence du fer à l'état de combinaison, et peut-être aussi celle du plomb.

» Au moment où nous terminions cette analyse, les journaux nous apprennent qu'une *pluie de sable* est tombée en Sicile le 10 avril dernier. Ce sable contenait, dit-on, une grande quantité de fer à l'état métallique, ou recouvert d'une légère couche d'oxyde. Invinciblement, on rapproche ces deux phénomènes, qui, à cinq jours d'intervalle, se sont produits à une grande distance, donnant lieu à des dépôts assimilables. »

M. Daubrée, à l'occasion de cette Communication, fait les observations suivantes :

« Je viens d'examiner la poussière tombée à Autun, dont M. F. de Jussieu a adressé à l'Académie quelques parcelles.

» Elle présente l'aspect de la poussière recueillie dix jours plus tard dans les départements des Basses-Alpes, de l'Isère et de l'Ain. De plus, elle en a les caractères minéralogiques : effervescence aux acides, mélange de peroxyde de fer hydraté, présence de paillettes de mica, résidu des acides fusible et principalement feldspathique.

» La chute de poussière dont il s'agit se serait donc manifestée en France, dès le quinze avril, et au moins pendant les dix jours suivants. »

M. DE LESSEPS présente à l'Académie des échantillons de minerai d'argent de Californie et s'exprime en ces termes :

« M. Mackay, que l'on appelle en Californie le *roi des mines*, m'a donné des échantillons de minerai que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie et qui pourront faire partie de la collection de notre École des Mines.

» Les mines d'argent que dirige M. Mackay à Virginia City sont des plus importantes. Les galeries sont actuellement creusées jusqu'à environ 1000^m, et l'intention de M. Mackay est de pousser à une plus grande profondeur. On sait que la limite la plus grande atteinte en Europe dans les mines de Bohême dépasse à peine 1000^m.

» Dans les mines de M. Mackay, il y a plusieurs étages de galeries. On y descend au moyen de moteurs hydrauliques, et à chaque étage circulent des chemins de fer pour le service des galeries.

» On se sert de l'air comprimé pour envoyer de l'air bien oxygéné dans les parties profondes qui n'en sont pas suffisamment pourvues et pour produire une ventilation constante. »

M. SCHÖTEL, de Strasbourg, a adressé à l'Académie, à l'occasion de l'hypothèse cosmogonique de Laplace, une Lettre qui a été confiée à un traducteur. Malheureusement cette Lettre a été égarée et, malgré toutes les recherches, n'a pu être retrouvée. M. Schötel est prié d'adresser à l'Académie une copie de sa Communication.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

ERRATA.

(Séance du 3 mai 1880.)

Page 1068, ligne 13, *au lieu de* U, *lisez* $\frac{1}{U}$.

» 1069, ligne 2, au dénominateur de la parenthèse, *au lieu de* $2n+1$, *lisez* $2n-1$.

DATES.	TEMPÉRATURE DE L'AIR sous l'ancien abri. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne des 24 heures (nouvel abri).	TEMPÉRATURE DU SOL à la surface du gazon. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne des 5 observ. trihoraires de jour.	à la profondeur de 0m,30 (à midi).	ACTINOMÈTRE.	UDOMÈTRE.	EAU de la terre sans abri. Total en millimètres.	Évaporation en millimètres.	ÉVAPORATION DE L'EAU PURE.	Électricité atmosphérique (abstraction faite du signe).	POUR 100m³ D'AIR. Ozone en milligrammes.	Acide carbonique en litres.	Azote ammoniacal en milligr.	Azote organique en milligr.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	d	mm	mm	mm	mm	D	mg	l	mg	mg
1	5,7	13,5	9,6	8,1	5,0	28,5	16,8	12,7	9,7	42,1	1,1	36,0	1,1	4,0	35	0,2	22,3	1,7	0,4
2	4,0	9,6	6,8	7,4	3,1	13,3	8,2	7,6	9,2	14,6	6,5	41,2	1,3	1,4	33	1,5	22,7	1,9	0,8
3	6,9	18,2	12,6	12,2	7,0	33,4	20,2	13,0	9,0	20,5	4,8	43,9	2,1	1,4	51	2,0	22,3	1,7	0,6
4	10,6	18,0	14,3	11,2	10,3	28,5	19,4	13,1	10,1	19,5	18,0	60,5	1,4	1,2	53	1,2	22,2	1,7	0,6
5	4,1	14,5	9,3	8,6	3,2	25,0	14,1	12,0	9,9	45,0	1,9	59,8	2,6	2,5	38	1,0	22,1	1,9	0,5
6	3,5	12,9	8,2	7,5	2,6	23,3	13,0	11,3	9,6	48,1	0,5	58,0	2,4	2,0	22	1,3	22,5	2,0	0,6
7	4,5	14,3	9,4	8,0	2,5	30,1	16,3	13,6	9,3	47,3	.	55,7	2,3	2,4	26	1,0	21,6	2,2	0,4
8	0,7	14,6	7,7	7,7	- 1,5	27,7	13,1	13,8	9,3	43,1	0,0	53,1	2,6	2,4	41	0,7	24,3	1,7	0,5
9	4,2	10,1	7,2	7,2	4,4	16,6	10,5	8,6	9,4	19,5	.	50,7	2,4	4,4	11	0,2	24,7	2,4	0,5
10	3,8	8,2	6,0	5,6	3,9	14,8	9,4	6,8	8,6	12,2	0,0	49,0	1,7	3,6	21	0,1	24,6	1,9	0,6
11	4,6	9,3	7,0	6,5	- 4,4	11,9	8,2	7,6	8,2	13,3	0,0	47,6	1,3	2,4	42	0,0	25,2	1,7	0,4
12	3,1	15,2	9,2	7,9	- 1,0	31,3	15,2	13,8	7,9	29,8	0,1	46,4	1,3	2,0	29	0,4	25,1	2,0	0,5
13	1,1	18,6	9,9	11,1	- 1,8	30,3	14,3	19,3	8,4	55,5	.	45,0	1,4	2,5	40	1,3	25,0	2,3	0,7
14	8,4	17,8	13,1	12,3	8,2	27,4	17,8	15,9	9,9	31,0	5,2	47,4	2,8	3,1	14	1,6	24,9	2,0	0,5
15	8,1	21,6	14,9	12,8	6,0	33,9	20,0	18,4	10,4	36,9	5,9	50,5	2,7	2,7	51	0,9	25,3	2,0	0,5
16	7,7	16,6	12,2	11,0	7,3	32,2	19,8	16,7	11,0	50,7	0,3	48,5	2,3	1,9	28	0,9	24,8	2,1	0,7
17	4,5	17,8	11,2	11,4	1,8	30,3	16,1	17,2	11,0	41,2	.	46,9	1,6	1,9	28	1,4	25,0	2,1	0,7
18	6,1	17,9	12,0	12,0	4,8	35,5	20,2	19,0	11,1	56,1	.	45,4	1,6	3,2	23	2,2	24,9	2,2	0,9
19	3,6	21,4	12,5	13,4	0,8	35,8	18,3	19,0	11,5	53,3	.	44,4	1,0	3,9	19	1,8	24,9	2,4	0,8
20	8,5	16,2	12,4	11,8	5,0	32,7	18,9	15,4	12,1	30,3	0,6	44,0	1,0	2,2	50	0,7	24,9	2,1	0,6
21	5,6	18,5	12,1	11,3	1,6	36,5	19,1	18,5	11,8	57,6	.	43,3	0,7	2,7	39	0,2	25,0	1,9	0,5
22	4,8	16,6	10,7	10,0	3,8	31,1	17,5	13,9	12,0	38,3	1,1	43,6	0,9	2,8	38	1,0	25,5	2,0	0,6
23	5,1	15,5	10,3	10,2	2,5	38,0	20,3	17,7	11,7	46,2	.	42,8	0,8	2,4	61	0,6	25,3	2,1	0,6
24	3,1	19,2	11,2	12,0	- 0,5	39,3	19,4	19,6	11,6	54,4	.	42,1	0,7	3,6	52	0,7	25,3	2,0	0,5
25	3,9	14,4	9,2	10,5	1,0	34,4	17,7	15,4	12,1	27,7	.	41,7	0,4	2,3	47	1,5	25,6	1,8	0,4
26	7,0	14,0	10,5	9,6	5,0	36,5	20,8	17,5	12,0	48,3	.	41,3	0,5	5,5	12	0,1	24,6	1,8	0,6
27	2,7	11,8	7,3	7,3	1,9	21,0	11,5	10,8	11,8	36,0	1,2	42,0	0,5	6,4	42	0,2	24,8	1,8	0,4
28	4,7	10,6	7,7	7,8	4,8	19,1	12,0	9,9	11,0	15,5	1,0	41,9	1,1	3,1	54	0,2	24,1	1,4	0,3
29	5,3	10,0	7,7	7,2	5,3	13,3	9,3	9,3	10,5	12,3	1,0	41,8	1,1	2,6	21	0,2	24,8	1,7	0,4
30	1,8	13,9	7,9	7,7	- 0,2	28,4	14,1	11,1	9,4	33,9	.	41,3	0,6	7,2	18	0,1	25,3	1,8	0,5
1re déc.	4,8	13,4	9,2	8,4	4,1	24,1	14,1	11,3	9,4	31,1	32,9	50,8	19,9	25,3	33	0,9	22,9	1,9	0,6
2e déc.	5,6	17,2	11,4	11,0	3,6	30,1	16,9	16,2	10,2	39,8	12,0	46,6	17,0	25,8	32	1,1	25,0	2,1	0,6
3e déc.	4,4	14,5	9,5	9,4	2,5	29,8	16,2	14,4	11,4	37,0	4,3	42,2	7,1	38,6	38	0,5	25,0	1,8	0,5
Mois..	4,9	15,0	10,0	9,6	3,4	28,0	15,7	14,0	10,3	36,0	49,3	46,5	44,0	89,7	35	0,8	24,3	1,9	0,6

DATES.	Baromètre à midi réduit à zéro (alt. 77m,5).	MAGNÉTOMÈTRES à midi (fortification). Déclinaison.	Inclinaison.	Composante horizontale.	VENTS. Vitesse moyenne en kilomètres par heure.	Direction dominante à terre.	Direction des nuages (k désigne les cirrus).	PSYCHROMÈTRE. Tension de la vapeur.	Humidité relative.
	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)
	mm				km			mm	
1	748,9	16°54',4	65°27',5	1.9296	23,0	WSW	W ¼ N	5,3	61
2	749,3	56,8	29,5	9282	24,0	SW à S	SSW	6,9	89
3	748,8	56,6	28,2	9279	14,7	W	W ¼ SW	8,9	81
4	741,5	56,4	28,5	9282	21,7	S à WNW	SW à NW	9,4	90
5	748,1	57,3	27,6	9288	25,8	SW	W k	6,4	72
6	742,0	52,5	28,3	9288	21,0	SW	WSW	6,3	76
7	745,6	54,5	27,7	9290	13,8	SW	WSW	5,7	66
8	750,3	53,2	28,0	9285	13,3	Retour à N	.	5,8	70
9	755,7	54,3	29,6	9285	32,8	NNE	NE	5,1	66
10	755,9	54,5	28,7	9291	26,6	NNE	NE	5,2	75
11	751,7	57,1	29,3	9282	15,5	ENE	ENE	5,1	68
12	750,8	53,9	28,0	9290	8,9	N à SE	SSE	6,2	67
13	752,3	55,4	28,0	9276	10,6	ESE	S	6,4	61
14	749,3	53,1	27,9	9287	22,4	SSW	SW	8,4	73
15	747,3	55,7	27,6	9278	16,7	SSE à SSW	S ¼ SW	9,0	72
16	753,6	55,1	28,4	9292	11,9	SSW	SW	6,9	65
17	752,1	53,7	29,3	9281	5,0	Incertain	SE à SW	7,1	64
18	759,1	54,3	27,3	9290	13,5	NW à SW	.	6,2	57
19	756,0	55,5	28,6	9268	12,0	SSE	SSW	7,0	56
20	754,6	52,6	30,6	9269	11,1	WNW	WSW k	7,8	71
21	760,1	56,1	29,5	9267	13,4	WNW à S	NNW k	6,9	63
22	753,9	51,2	29,5	9275	16,6	S à WNW	SSW k	7,0	71
23	757,8	53,4	29,5	9286	9,9	NNW	SW à NW	5,9	62
24	758,5	52,3	28,1	9287	8,5	N à WSW	NE k	5,4	51
25	754,5	57,2	29,7	9273	9,9	WNW	SW à NW	7,9	78
26	751,3	51,6	29,2	9284	23,3	NNE	SSW k	4,3	45
27	753,0	53,4	29,0	9288	36,9	NE	N à E	4,8	51
28	751,8	58,2	29,2	9282	23,9	NE	.	5,6	69
29	756,4	54,4	29,1	9293	22,9	NNE	NE	5,6	68
30	759,0	56,0	29,2	9282	31,1	NE	.	2,6	33
1re déc.	748,6	16.55,0	65.28,4	1.9287	21,7	.	.	6,5	75
2e déc.	52,7	54,6	28,5	9281	12,8	.	.	7,0	65
3e déc.	55,6	54,4	29,2	9282	19,6	.	.	5,6	59
Mois..	752,3	16.54,7	65.28,7	1.9283	18,0	.	.	6,4	66

REMARQUES.

(30)

La pression, partie du minimum de 741,8 le 31 mars vers minuit, est relevée d'abord rapidement à 752,3 le 1er à minuit. Un second minimum de 739,5 est atteint le 4 à 15 h. 30 et suivi d'une oscillation limitée par 749,2 vers 8 h. le 5 et le 6 vers 16 h. 30 à 741,1.

Les deux tiers de la pluie du mois ont été recueillis durant cet intervalle et principalement aux époques suivantes :

Le 1er, petites averses mêlées de grêle dans le jour; le 2, marquée de 10 h. 30 à 19 h. 30. Le 3, par un temps d'orage vers 15 h. Le 4, accrue dès 3 h. 45 et forte de 8 h. 15 à 10 h. 45, puis ondées successives de 14 h. 30 à 19 h. 30 avec éclairs, tonnerre et grêle vers 15 h.; il éclairait encore le soir. Le 5, dès 18 h. 30, par un orage lointain. Le 6, plus faiblement de 10 h. 30 à midi.

Hausse barométrique soutenue du 7 au 9 avec maximum ce dernier jour de 756,8 à 22 h. 30. Belles éclaircies le 7. Gelée blanche le 8, halo, ciel menaçant, quelques larges gouttes.

Situation indécise jusqu'au 14. Petite averse le 12 vers 17 h. 30. Atmosphère d'une grande transparence le 13. Temps orageux le 14 avec pluie continue de 3 h. 10 à 3 h. 50 et de 6 h. 45 à 8 h. 45. Reprises après midi et le soir. Minimum de pression à 746,2 vers 15 h. 15 pendant l'orage du 15, suivi d'ondées entre 15 h. 40 et 17 h. 40 et de 19 h. 20 à 20 h. 20. Encore un peu de pluie dans la matinée du 16 avec halo.

Assez beau temps à la suite jusqu'au soir du 19, avec variation diurne de température excessive à cette dernière date.

Entre le 18 et le 24 se placent deux oscillations barométriques similaires, savoir :

De 759,5 le 18 à 750,8 le 20 vers 2 h. 50;

De 760,9 le 21 à 8 h. 30, à 752,8 le 22 vers 15 h. 30, et retour à 760,0 dans la matinée du 24.

Sous l'influence des bourrasques lointaines qui déterminent ces oscillations, le ciel est assez variable le jour avec disposition à l'orage, et particulièrement le 20, avec pluie de 7 h. à 8 h. 30, de même que dans l'après-midi du 22, surtout de 17 h. 25 à 19 h. 10. Les nuits sont plus claires et par suite un peu fraîches.

La belle journée du 24 a débuté par de la gelée blanche, mais le baromètre descend vite. Nous avions eu des perturbations magnétiques le 19 et mieux accentuées encore la nuit du 21 au 22. Les vents de N.-E. ont la prédominance après le minimum barométrique de 750,6 le 26 à 15 h. 25; ils soufflent bonne brise tout le reste du mois, tendant à combler la dépression, mais abaissant la température à 2° ou 3° de sa valeur normale.

Pluie le soir du 27, surtout de 19 h. à 21 h. 30, ainsi que le 28 jusqu'à 7 h. 30 et surtout de 3 h. 25 à 5 h. 15. Il pleuvait encore le 29 de 3 h. 30 à 6 h. 30.

Les dépôts de rosée le plus abondants sont ceux des matinées des 5, 19, 21, 22, 23 et 25, outre les gelées blanches des 8, 13 et 24.

Moyennes horaires du mois d'avril 1880.

Heures.	Hauteurs du baromètre à 0°.	Température de l'air à l'ombre.	Température gazon (sans abri).	Degré actinométrique.	Psychromètre. Tension de la vapeur d'eau.	Psychromètre. Degré hygrométrique.	Évaporation de l'eau pure.	Pluie.	Variation du poids du sol sans abri.	Vitesse du vent.	Électricité atmosphérique (sans correct. locale).	Déclinaison de l'aiguille aimantée.	Inclinaison de l'aiguille aimantée.	Composante horizontale.	Remarques.
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
h.	mm	o	o	o	mm			mm	mm	km	Dll	o '	o '		
Mat. 1	751,99	7,26	»	»	»	»	»	0,69	.	16,4	»	»	»	»	
2	51,93	6,87	»	»	»	»	»	0,16	.	15,8	»	»	»	»	
3	51,95	6,57	»	»	»	»	»	0,61	- 3,49	15,4	»	»	»	»	
4	51,94	6,14	»	»	»	»	»	1,41	.	15,6	»	»	»	»	
5	52,08	5,98	»	»	»	»	»	1,29	.	14,7	»	»	»	»	
6	52,31	6,10	6,18	7,36	6,06	85,3	(25,03)	0,84	- 1,18	16,3	37,4	16.47,3	65.28,9	1,9293	
7	52,46	7,30	»	»	»	»	»	0,52	.	16,7	»	»	»	»	
8	52,60	8,40	»	»	»	»	»	2,53	.	17,5	»	»	»	»	
9	52,65	9,68	15,53	48,56	6,58	69,8	9,18	2,28	- 4,62	17,7	33,9	44,8	29,6	9284	
10	52,62	10,85	»	»	»	»	»	2,28	.	19,4	»	»	»	»	
11	52,51	11,67	»	»	»	»	»	0,94	.	20,4	»	»	»	»	
Midi.	53,31	12,60	19,73	61,88	6,57	58,3	14,41	0,60	-10,63	21,1	26,2	54,7	28,7	9283	
Soir. 1	52,11	13,15	»	»	»	»	»	1,02	.	21,7	»	»	»	»	
2	51,87	13,27	»	»	»	»	»	1,98	.	22,1	»	»	»	»	
3	51,61	13,34	18,64	55,43	6,30	54,9	22,00	10,58	-13,80	22,1	37,6	54,6	28,1	9299	
4	51,57	12,90	»	»	»	»	»	6,28	.	22,1	»	»	»	»	
5	51,56	12,49	»	»	»	»	»	4,89	.	21,6	»	»	»	»	
6	51,65	11,57	9,72	6,84	6,32	63,4	19,04	3,70	- 5,25	19,5	38,3	49,8	28,5	9301	
7	51,86	10,48	»	»	»	»	»	2,34	.	17,2	»	»	»	»	
8	52,18	9,75	»	»	»	»	»	0,99	.	15,2	»	»	»	»	
9	52,35	9,21	»	»	»	»	»	0,96	- 2,63	15,2	»	»	»	»	
10	52,49	8,51	»	»	»	»	»	1,25	.	16,4	»	»	»	»	
11	52,57	8,01	»	»	»	»	»	0,37	.	16,1	»	»	»	»	
Minuit.	52,61	7,50	»	»	»	»	»	0,77	- 2,40	16,2	»	»	»	»	
Totaux.	»	»	»	»	»	»	89,66	49,28	44,00	»	»	»	»	»	
Moy...	752,16	9,57	13,96	36,01	6,37	66,3	»	.	.	18,0	34,7	»	»	»	

Remarques (colonne 45) :

Les résultats de chacune des colonnes (2), (3), (4), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (16), (22), (23), (24), (28), (29), (33), (34), (35), (36), (37), (41), (43), (44), sont fournis par l'observation directe.

La moyenne diurne des colonnes (11), (16), (28) et (29) est calculée sur les cinq observations diurnes de 6 h. du matin à 6 h. du soir.

(5) (12) (13) (14) (21) (22) (25) (31) (32) (38) (39) (40). Résultats fournis par les enregistreurs relevés d'heure en heure.

(15) (37). Résultats fournis par l'évaporomètre Piche.

Le total de chaque jour est celui des vingt-quatre heures commençant à 6h du soir la veille. Le résultat mensuel de 6h du matin donné entre parenthèses comprend l'évaporation totale de la nuit.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 MAI 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** présente à l'Académie la nouvelle édition des Œuvres de Laplace et donne lecture de la Lettre suivante :

« Monsieur le Président,

» J'ai l'honneur de vous adresser un exemplaire de la nouvelle édition des Œuvres de mon grand-père, que je vous prie de faire agréer par l'Académie des Sciences pour sa bibliothèque.

» Cette édition, dont l'Académie des Sciences a bien voulu accepter la haute surveillance et à laquelle ses deux Secrétaires perpétuels et deux éminents géomètres, MM. Puiseux et Hoüel, ont consacré tous leurs soins, renfermera les Traités compris dans la dernière édition revue par mon grand-père lui-même et, en outre, la collection complète de ses Mémoires, rangés par ordre chronologique.

» En se conformant, pour cette publication, aux dernières volontés de mon oncle le général marquis de Laplace, on n'a rien négligé, selon ses intentions, pour que cet hommage fût digne de la Science et des travaux auxquels son père avait consacré sa vie.

» Vous aviez voulu que Laplace vous fût attaché par les liens de la con-

fraternité pendant sa vie : recevez l'hommage que vous offre aujourd'hui sa famille reconnaissante en souvenir de cet insigne honneur.

» Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de ma haute considération.

» Paris, ce 12 mai 1880. » » P. M^ise DE COLBERT-CHABANAIS.

M. le **Secrétaire perpétuel** appelle l'attention de l'Académie sur la belle exécution de l'œuvre que M. le Président vient de mettre sous ses yeux. Rien n'a été négligé pour rendre ce monument digne de la gloire de Laplace et du respect qui l'environne non seulement en France, mais dans tous les pays civilisés.

La nouvelle édition a été composée sur l'édition princeps revue par Laplace lui-même. Chaque épreuve a été revue successivement avec un soin pieux, par M. Hoüel, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, par M. Puiseux, notre confrère, et par mon collègue M. Bertrand. Tous les calculs ont été refaits par eux, et ce n'est qu'après accord absolu que les bons à tirer ont été donnés.

Lorsque plusieurs Volumes étaient déjà imprimés, les éditeurs ayant reçu communication de l'exemplaire de la *Mécanique céleste* sur lequel Le Verrier avait consigné toutes les corrections qu'il avait jugées nécessaires pendant le cours de ses longues études, ils ont eu la satisfaction de reconnaître qu'aucune des erreurs constatées par Le Verrier ne leur avait échappé, et que l'édition nouvelle avait pu braver cette décisive épreuve.

Les soins exceptionnels donnés à la partie typographique de l'œuvre dans les ateliers de M. Gauthier-Villars, si savamment organisés pour tous les travaux qui concernent les Sciences mathématiques, assignent d'ailleurs à cette publication le rang le plus élevé et en font un modèle unique, d'une perfection achevée et défiant toute comparaison.

Les caractères fondus exprès, le papier d'une fabrication spéciale, objet des plus grands soins, l'encre choisie avec une sérieuse attention, le tirage effectué à la main et surveillé avec une vigilance constante, rien n'a été négligé pour donner à cette nouvelle et définitive édition toutes les garanties de sûreté pour le texte, de facilité pour la lecture des formules et de résistance à l'action destructive du temps.

L'Académie, ayant décidé que cette édition serait publiée sous ses auspices, par les soins de ses Secrétaires perpétuels, peut s'assurer maintenant que, grâce à la large libéralité de feu le général marquis de Laplace et de

Mme la marquise de Colbert-Chabanais, sa nièce, grâce au dévouement sans bornes de MM. Bertrand, Puiseux et Hoüel, l'œuvre patriotique qui se poursuit répond sous tous les rapports aux espérances des amis de l'Astronomie, à la vénération dont le nom de Laplace est entouré, aux sentiments, enfin, de la Science et à ceux du Pays.

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Greenwich (transmises par l'Astronome royal, M.* **G.-B. Airy**) *et à l'Observatoire de Paris, pendant le premier trimestre de l'année* 1880. Communiquées par M. **Mouchez.**

Dates.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(2) Pallas.			
1879.	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Déc.. 30	12.34.43	7.10.58,74	− 2,87	121.51.57,0	+ 4,8	Paris.
1880.						
Janv. 28	10.18.39	6.48.52,56	− 2,70	116.44.44,5	+ 2,1	Paris.
29	10.14.12	6.48.21,45	− 2,74	116.26.16,8	+ 4,0	Paris.
30	10. 9.47	6.47.52,08	− 2,67	116. 7.20,4	+ 2,7	Paris.
31	10. 5.23	6.47.24,57	− 2,41	115.47.57,1	− 0,6	Paris.
Févr. 2	9.56.41	6.46.34,00	− 2,62	115. 8. 8,0	+ 1,1	Paris.
4	9.48. 7	6.45.51,03	− 2,39	114.26.47,3	+ 0,2	Paris.
5	9.43.52	6.45.31,91	− 2,67	114. 5.38,2	+ 2,2	Paris.
6	9.39.39	6 45.15,07	− 2,55	113.44. 6,5	+ 1,0	Paris.
			(20) Massalia.			
Févr. 11	12.44.37	10. 1. 5,78	+22,93	79. 2.11,8	+122,2	Greenwich.
12	12.39.44	10. 0. 8,62	+22,92	78.56.51,2	+122,1	Greenwich.
Mars. 1	11. 3.20	9.43.47,73	+22,59	77.24.40,7	+113,9	Paris.
9	10.26.21	9.38.14,22		76.52.30,1		Paris.
10	10.21.50	9.37.39,54		76.49. 3,9		Paris.
			(1) Cérès.			
Févr. 11	12 52. 5	10. 8.34,65	+ 9,89	62. 6.54,0	+43,2	Greenwich.
12	12.48.15	10. 7.41,18	+ 9,89	61.59.50,1	+41,4	Greenwich.
21	12. 3.44	9.59.31,52	+ 9,94	61. 5. 7,6	+38,4	Greenwich.
Mars. 6	10.47.49	9.47.56,27	+ 9,62	60.17. 6,6	+34,1	Paris.
8	10.38.33	9.46.32,53	+ 9,58	60.14.12,9	+33,3	Paris.
9	10.33.58	9.45.52,54	+ 9,47	60.13. 8,4	+32,9	Paris.

Dates 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(1) Cérès (suite).			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Mars. 10	10.29.23	9.45.14,09	+ 9,55	60.12.19,4	+33,3	Paris.
13	10.25. 8	9.43.26,75	+ 9,31	60.11.17,9	+32,3	Greenwich.
15	10.16.12	9.42.23,00	+ 9,20	60.11.47,4	+30,7	Greenwich.
17	10. 7.23	9.41.25,68	+ 9,13	60.13.12,7	+29,7	Greenwich.
18	10. 3. 1	9.40.59,53	+ 9,15	60.14.16,4	+30,1	Greenwich.
22	9.45.50	9.39.31,35	+ 8,82	60.20.37,0	+28,2	Greenwich.
23	9.41.36	9.39.13,42	+ 8,58	60.22.44,4	+28,9	Greenwich.
24	9.37.24	9.38.57,59	+ 8,72	60.25. 3,2	+29,0	Greenwich.
25	9.33.14	9.38.43,27	+ 8,64	60.27.31,7	+27,1	Greenwich.
26	9.19.47	9.38.30,95	+ 8,75	60.30.13,0	+27,7	Paris.
			(11) Parthénope.			
Févr. 11	13. 3.25	10.19.56,72	+ 3,94	76.30.42,4	+ 7,8	Greenwich.
12	12.58.36	10.19. 3,74	+ 4,27	76.23.53,1	+ 9,3	Greenwich.
21	12.14.58	10.10.47,92	+ 4,44	75.22.50,8	+ 8,3	Greenwich.
Mars. 6	10.58.13	9.58.22,83	+ 4,45	73.58.43,8	+ 3,4	Paris.
8	10.48.46	9.56.46,99	+ 4,20	73.48.35,7	+ 5,7	Paris.
9	10.44. 4	9.56. 0,83		73.43.42,6		Paris.
10	10.39.23	9.55.15,60		73.38.57,8		Paris.
			(3) Junon.			
Févr. 12	13.11.26			87.38. 7,7	+ 8,5	Greenwich.
21	12.28.41	10.24.33,16	+ 4,98	86.10.53,7	+ 8,3	Greenwich.
Mars. 6	11.13.13	10.13.24,76	+ 4,78	83.50. 9,7	+ 7,8	Paris.
8	11. 3.56	10.11.59,25	+ 4,90	83.30.43,3	+ 8,1	Paris.
9	10.59.19	10.11.17,77	+ 4,84	83.21. 7,2	+ 7,3	Paris.
10	10.54.42	10.10.37,25	+ 4,76	83.11.38,7	+ 8,2	Paris.
10	11. 4. 2	10.10.37,79	+ 5,56	83.11.36,0	+ 9,2	Greenwich.
17	10.32.19	10. 6.25,39	+ 4,95	82. 8.28,5	+ 8,4	Greenwich.
18	10.27.52	10. 5.54,29	+ 4,93	81.59.57,0	+ 5,4	Greenwich.
22	10.10.17	10. 4. 3,09	+ 4,72	81.27.36,9	+ 7,6	Greenwich.
24	10. 1.39	10. 3.15,95	+ 4,80	81.12.21,8	+ 5,6	Greenwich.
25	9.57.21	10. 2.54,30	+ 4,64	81. 5. 2,4	+ 7,7	Greenwich.
26	9.43.46	10. 2.34,28	+ 4,57	80.57.53,7	+ 7,5	Paris.
			(119) Althæa.			
Mars. 9	12.22.32	11.34.44,31	+ 5,41	92.14.21,6	− 4,6	Paris.
10	12.17.47	11.33.55,09	+ 5,73			Paris.

Dates. 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(6) Hébé.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Mars. 24	11.44.30	11.46.24,39	+ 6,20	73.47.26,0	− 0,1	Greenwich.
26	11.25.41	11.44.45,45	+ 5,94	73.33. 3,9	+ 2,4	Paris.
			(78) Diane.			
Mars. 26	11.42.17	12. 1.25,07	− 8,23	98.50.53,0	−76,0	Paris.
			(15) Eunomia.			
Mars. 26	12.14.19	12.33.31,40	+ 9,50	111.59.29,7	+57,4	Paris.

» Les comparaisons de Cérès, Pallas et Junon se rapportent aux éphémérides du *Nautical Almanac*, celle de Diane à l'éphéméride de la Circulaire n° 131 du *Berliner Jahrbuch*, et toutes les autres comparaisons aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations de Paris ont été faites par M. H. Renan. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la saccharine ;* par M. **Eug. Peligot.**

« Dans une précédente Communication (¹), j'ai fait connaître quelques-unes des propriétés de la saccharine, substance qui résulte de l'action des alcalis sur le sucre interverti, sur la glucose et sur la lévulose. N'ayant alors à ma disposition qu'une quantité insuffisante de matière, j'avais laissé de côté la détermination de ses propriétés optiques. Je viens aujourd'hui combler cette importante lacune.

» La saccharine est dextrogyre, comme le sucre ordinaire, dont elle présente, comme on sait, la composition centésimale; son pouvoir rotatoire, déterminé à l'aide du polarimètre de M. Laurent, avec la lumière salée, est représenté par 93° 5′ : dans les mêmes conditions, et avec le même appareil, le pouvoir rotatoire du sucre ordinaire est exprimé par 67° 18′.

» Il était intéressant de rechercher si la lumière polarisée exerce la même action sur la saccharine provenant de la glucose d'amidon et sur la saccharine extraite de la lévulose. Dans ce but, deux échantillons, préparés l'un avec le lévulosate de chaux cristallisé, l'autre avec la glucose

(¹) *Comptes rendus*, 1er décembre 1879.

d'amidon, ont été soumis à l'observation optique. Le pouvoir rotatoire a été le même pour les deux : il n'existe donc pas de saccharine *gauche*.

» Le caractère essentiel de la saccharine est sa stabilité relative et l'inertie qu'elle présente aux agents qui agissent d'une manière spéciale sur les autres matières appartenant au groupe des sucres. Ainsi elle ne fermente pas ; elle est volatile presque sans décomposition. J'ai dit qu'elle ne réduisait la dissolution tartro-alcaline de cuivre qu'à l'aide d'une ébullition prolongée : j'ai constaté depuis que, même dans ces conditions, cette dissolution n'est nullement réduite. Une dissolution de $0^{gr},5$ de saccharine dans 50^{cc} d'eau, versée dans une liqueur contenant 30^{cc} de potasse au dixième et 1^{cc} de liqueur Fehling, ne donne aucune réduction après une ébullition prolongée ; la moindre trace de sucre interverti produit immédiatement le précipité rouge d'oxydule de cuivre.

» La saccharine peut-elle se transformer en sucre fermentescible lorsqu'on la soumet à une ébullition prolongée en présence de l'acide sulfurique dilué? La réponse à cette question est également négative. Un liquide composé de 50^{cc} d'eau, 1^{cc} d'acide sulfurique et $0^{gr},5$ de saccharine, après avoir été chauffé à 100° pendant vingt minutes, n'a donné aucune réduction avec la dissolution alcaline de cuivre.

» L'acide sulfurique concentré se combine néanmoins avec les éléments de la saccharine. Il se produit un corps analogue à celui que j'ai désigné, dans mon premier travail sur les sucres, sous le nom d'*acide sulfosaccharique*.

» Une dissolution très concentrée de potasse caustique reste sans action, même à chaud, sur la saccharine ; néanmoins celle-ci forme avec la potasse une combinaison dont on peut la séparer facilement au moyen de l'acide sulfurique et de l'alcool. Un composé de même nature, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, résulte du contact de la chaux éteinte avec une dissolution de saccharine. Ces corps sont analogues aux sucrates.

» Le permanganate de potasse transforme lentement la saccharine en eau et en carbonate de potasse. 1^{gr} de cette matière exige, pour cette oxydation, $4^{gr},6$ de permanganate cristallisé ; une partie du manganèse se sépare à l'état de bioxyde hydraté.

» L'acide azotique n'agit sur la saccharine qu'autant qu'il est très concentré ; l'un des produits qui se forment est l'acide oxalique ; les matières qui accompagnent la saccharine lors de sa formation par l'action de la chaux sur la glucose ou sur la lévulose, notamment les acides glucique et mélassique, étant bien plus attaquables par cet acide, j'ai mis à profit la résistance plus grande de la saccharine pour l'extraire, au moyen de l'acide

azotique, de l'eau mère qui reste après sa cristallisation partielle. Cette liqueur, qui est fortement colorée en brun, est traitée à chaud par de l'acide azotique qu'on ajoute par petites portions : elle prend une teinte d'un jaune clair ; convenablement concentrée, elle donne bientôt la saccharine à l'état cristallisé. L'action de l'acide azotique est accompagnée d'un dégagement plus ou moins abondant d'acide carbonique et de gaz nitreux ; il est probable qu'il se produit de l'acide saccharique, dont la formation précède celle de l'acide oxalique. Les cristaux qu'on obtient sont quelquefois un mélange de ce dernier acide et de saccharine. La séparation de ces deux substances s'effectue facilement au moyen de la craie ; la liqueur filtrée et neutre ne renferme plus que la saccharine.

» Aux procédés que j'ai indiqués pour la préparation de cette substance, j'ajouterai un renseignement qui offre un certain intérêt : la saccharine s'obtient beaucoup plus facilement au moyen du lévulosate de chaux cristallisé que par l'emploi du sucre interverti ou de la glucose d'amidon. Lorsque ce sel a été recueilli sur le filtre, en opérant conformément à mes précédentes indications, on traite celui-ci par l'eau bouillante, qui y laisse une partie du précipité jaune chamois résultant de la décomposition du produit calcaire; la liqueur, filtrée, est portée à l'ébullition jusqu'à ce que ce même précipité cesse de se produire ; filtrée de nouveau et concentrée après addition d'une quantité d'acide oxalique équivalente à la chaux qu'elle renferme, elle fournit au bout de quelques heures une abondante cristallisation de saccharine.

» Bien que l'étude des conditions dans lesquelles cette substance se produit soit encore loin d'être complète, je pense que les renseignements qui précèdent seront accueillis avec faveur par les chimistes qui s'occupent des matières sucrées. Je ne mets pas en doute que, en raison même de sa stabilité relative, la saccharine ne se retrouve bientôt dans quelques-uns des produits commerciaux qui dérivent des matières sucrées ; ses propriétés optiques doivent jeter quelque trouble dans les indications du saccharimètre et sa présence dans les sucres bruts, dans les mélasses, etc., lorsqu'elle aura été constatée, permettra d'expliquer quelques-unes des anomalies qu'offre parfois l'usage, aujourd'hui si répandu, de ce précieux mode d'analyse. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherches sur la proportion de l'acide carbonique dans l'air.* Deuxième Note de M. J. REISET.

« Au mois de juin 1879, j'ai commencé, à la campagne, une nouvelle série de recherches qui ont été poursuivies jusqu'aux premières gelées, en novembre. La moyenne générale déduite des quatre-vingt-onze expériences faites de jour ou de nuit, pendant cette période de temps, à la station des champs, est de 29,78 acide carbonique, en volume, pour 100000 air atmosphérique sec à $0°$ et à 760^{mm}.

» Dans une précédente Communication, j'annonçais que du 9 septembre 1872 au 20 août 1873 la moyenne avait été de 29,42. Je suis heureux de voir ces résultats se contrôler et se confirmer d'une manière absolue. Après six ans d'intervalle, je retrouve la même proportion d'acide carbonique dans l'air.

» Pour ces analyses, qui demandent une précision rigoureuse, j'ai suivi la méthode volumétrique décrite avec quelques détails dans ma Note du 19 mai 1879 [1]. Quand les expériences devaient durer douze ou vingt-quatre heures, pour un débit de 600^{lit} d'air, l'emploi de la batterie des trois barboteurs à boules donnait les meilleurs résultats. Cependant il convenait d'avoir un appareil d'absorption plus énergique, permettant de recueillir exactement, en peu d'heures, l'acide carbonique dans un grand volume d'air.

» L'ingénieux appareil construit par M. Schlœsing pour le *dosage de l'ammoniaque atmosphérique* [2] présentait quelques dispositions très heureusement applicables et dont j'ai profité.

» *Description du nouveau barboteur.* — Ainsi que l'indique la figure ci-jointe, trois capsules de platine C, C', C'', à parois minces, flexibles et légèrement coniques, sont ajustées à frottement dans un tube T de cristal, bien recuit. Chacune des capsules a $0^m,040$ de diamètre; leur surface plane est percée de cent vingt trous de $0^{mm},5$. Le tube T, d'une hauteur de $0^m,50$, est fixé dans un flacon F présentant deux tubulures; la jonction avec le tube de cristal a lieu en J au moyen d'un manchon conique, en caoutchouc épais, parfaitement adapté. Avant l'expérience, on verse dans le flacon 300^{cc} d'eau de baryte limpide. Le tube A communique avec l'aspirateur. L'air à analyser arrive par le tube *t*, qui s'engage dans

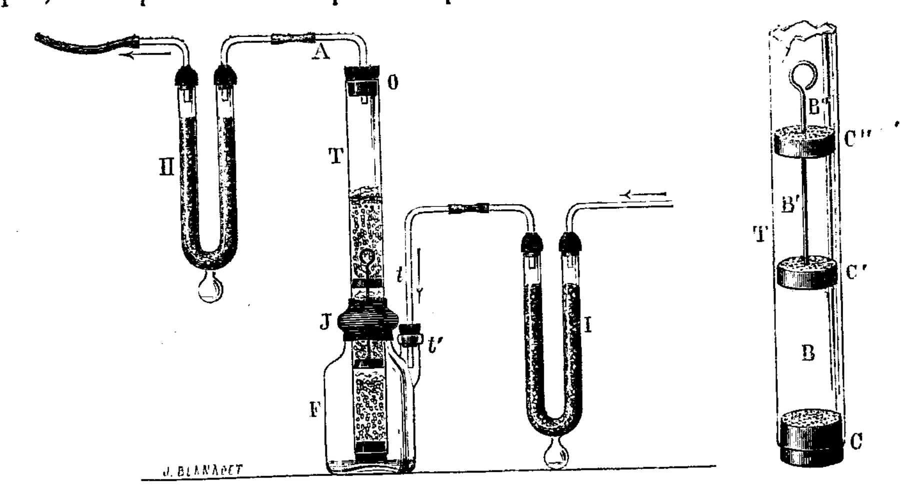
---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1007.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 265.

la petite tubulure t'. Dès que l'appareil est mis en marche, l'eau de baryte reste soulevée dans chacun des compartiments B, B', B'', qui agit séparément, comme barboteur, sur l'air très divisé traversant les trous des trois cribles en platine.

» Après l'expérience, l'eau de baryte se trouve très chargée de carbonate dans le barboteur B et dans le flacon F, trouble et laiteuse dans le barboteur B', tout à fait limpide dans le barboteur B''.

» Le tube I, contenant de la ponce sulfurique, retient l'eau atmosphérique; il est pesé avant et après l'expérience. Dans la courbure des tubes



en U on a soudé une ampoule destinée à recueillir l'acide sulfurique dilué; cette disposition a l'avantage de maintenir constante la pression, qui s'élevait à mesure que le liquide acide obstruait le passage de l'air dans la partie cintrée des tubes habituellement employés. Le tube II, également pesé, indique le nombre de centimètres cubes d'eau distillée qui doivent être ajoutés à l'eau de baryte pour remplacer l'eau évaporée pendant le passage de l'air sec. On procède aussi au lavage des parois du tube en faisant couler lentement et par petites portions 100^{cc} d'eau distillée, ajoutés au volume total par l'orifice O. Au moyen d'une petite pompe foulante fournissant de l'air *décarbonaté*, le mélange du volume liquide est fait avec la plus grande facilité, en passant alternativement dans le flacon ou dans les trois compartiments du tube. Enfin, quand le mélange est terminé, on fait la prise de l'eau de baryte qui sera titrée après la séparation du carbonate. Un siphon plongeant jusqu'au fond du flacon F est ajusté dans la tubulure t', pendant que la pompe agit en pression par le tube A; l'eau de baryte mélangée de carbonate est ainsi recueillie dans un flacon que l'on bouche à l'émeri.

» Ces diverses manipulations sont facilement exécutées en un quart d'heure, tandis que le lavage méthodique des trois barboteurs à boules en verre exige des précautions minutieuses et beaucoup de temps.

» Ce nouvel appareil d'absorption sera, je l'espère, d'un bon service; il m'a été particulièrement utile alors que je désirais analyser l'air recueilli pendant la journée, en plein soleil, six ou sept heures suffisant aisément pour obtenir le débit de 600^{lit} d'air.

» Voici quelques-unes des conclusions à déduire de la nouvelle série d'expériences que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Après six ans d'intervalle, je retrouve dans l'air la même proportion d'acide carbonique : en volume, 29,78 pour 100 000 air atmosphérique, à la station des champs. Les plus grandes différences observées n'atteignent que les cent-millièmes.

» L'air recueilli pendant la nuit contient plus d'acide carbonique que pendant le jour : 28,91 dans 100000 est la proportion trouvée pour le jour, entre 9^h du matin et 4^h du soir; 30,84 est la proportion pour la nuit; il est vrai que plusieurs nuits brumeuses sont comprises dans cette moyenne.

» Théodore de Saussure, en 1816, et plus récemment M. Boussingault, ont signalé très nettement cette influence du jour et de la nuit. *Cependant, en présence des nombreuses anomalies que présentaient les observations partielles,* notre savant confrère *croyait devoir déclarer que, pour admettre cette opinion d'une manière définitive, il convenait d'attendre de nouvelles recherches*(¹). J'espère que les résultats publiés aujourd'hui viennent apporter la solution.

» L'examen des Tableaux montre encore que les maxima observés correspondent à des temps de *brouillard* ou de *brume*. Douze expériences faites dans ces conditions ont donné une moyenne de 31,66 pour 100000; le maximum absolu 34,15 a été obtenu le 3 septembre 1879, par un brouillard intense. La vapeur *vésiculaire* qui constitue le *brouillard* peut donc condenser une petite proportion d'acide carbonique dans un volume déterminé d'air; mais cependant je n'ai pu trouver aucune relation à établir entre l'état hygrométrique de l'atmosphère et la proportion de gaz carbonique.

» Le poids de l'eau, en vapeur, dans 1^{mc} d'air, a varié entre $4^{gr},215$ (12 novembre) et $16^{gr},552$ (11 août), la moyenne générale étant de $10^{gr},135$ pour 1^{mc}.

» Dans une Communication faite à l'Académie le 5 janvier 1880 (²),

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. X, p. 465.

(²) *Comptes rendus*, t. XC, p. 32.

M. Marié-Davy, directeur de l'Observatoire météorologique de Montsouris, a présenté les résultats analytiques obtenus pendant quatre années dans cet établissement par M. Albert Lévy et son aide, M. Allaire. Ces résultats sont insérés chaque mois dans les *Comptes rendus*. On peut y voir que la quantité de gaz carbonique trouvée dans 100000 parties d'air, en volume, oscille entre 22 et 36. M. le directeur de l'Observatoire *croit pouvoir expliquer ces variations du gaz carbonique par les changements d'allure des grands courants aériens. Ce gaz deviendrait ainsi un des éléments de la prévision du temps à longue échéance....* A partir du mois d'octobre dernier, et spécialement du 24 de ce mois, les observateurs de Montsouris voient baisser d'une manière très accentuée la proportion d'acide carbonique renfermée dans l'air. *C'était*, pour eux, *l'indice d'un changement complet s'opérant dans le mode de circulation de l'atmosphère dans nos régions.*

» Je n'ai pas à discuter ici la valeur de cette hypothèse, mais je dois faire remarquer que les variations de 22 à 36, signalées par M. Marié-Davy, sont en complet désaccord avec mes expériences. En outre, je n'ai trouvé aucune diminution anomale dans la proportion de l'acide carbonique, du 2 octobre au 14 novembre 1879. Pendant cette période, trente analyses ont donné une moyenne de 30,1 acide carbonique, en volume, pour 100000 parties d'air; ce chiffre est plutôt un peu plus élevé que celui de la moyenne générale. La diminution du gaz carbonique, annoncée comme *un signe du temps*, ne s'est donc pas manifestée dans notre contrée.

» La méthode adoptée par les observateurs de Montsouris peut-elle donner des résultats précis et rigoureux? Il est permis d'en douter, après la lecture du passage suivant, extrait de l'*Annuaire* de 1879 (p. 425):

« Nous dosons chaque jour le volume d'acide carbonique fixé dans une dissolution de potasse par l'air qui pénètre dans trois barboteurs. Le volume d'air mesuré au compteur et le volume d'acide dosé sont sensiblement à la même température, à la même pression et tous deux saturés de vapeur, ce qui dispense de faire les corrections que nécessiterait le dosage en poids. »

» Ainsi, le volume d'air mis en mouvement par une trompe est mesuré dans un compteur à gaz; on se dispense de faire les corrections nécessaires de température et de pression pour le gaz carbonique et pour l'air : suivant moi, une pareille méthode, sans doute très expéditive, ne doit donner que des résultats approximatifs, et l'on ne peut sérieusement les invoquer pour établir des lois sur les grands mouvements atmosphériques.

» Dès l'année 1816, les savants les plus éminents se sont préoccupés de

l'influence du *mouvement des atmosphères* sur la composition de l'air. Théodore de Saussure publiait alors ses observations *sur les variations du gaz acide carbonique dans l'air.* Cette publication souleva une discussion scientifique qui reste encore aujourd'hui pleine d'intérêt; en la relisant, j'ai été vivement frappé de la critique si judicieuse et si vraie adressée par Gay-Lussac.

» Je partage absolument l'opinion de cet illustre physicien sur *la diffusion uniforme de l'acide carbonique,* et, ne pouvant l'exprimer aussi bien et avec autant d'autorité que lui-même, je transcris ici les quelques lignes insérées, sous forme de Note, dans les *Annales de Chimie et de Physique* (t. II, p. 200).

« .... Il est très raisonnable de dire que l'air est toujours en mouvement, soit dans le sens horizontal, soit dans le sens vertical, et que le même lieu est alternativement baigné, dans des espaces de temps peu considérables, par l'air des pôles et par celui des tropiques. Il faut que le vent soit bien faible pour qu'il ne parcoure que 6 lieues à l'heure, et néanmoins, dans cette supposition, il ne lui faudrait que quinze heures pour parcourir la distance qui sépare Paris de Genève et pas huit jours pour venir du pôle ou de l'équateur en France. Un mouvement aussi rapide de l'air et les courants continuels ascendants et descendants suffisent pour produire une diffusion uniforme de l'acide carbonique dans l'atmosphère, quoique les sources de ce gaz soient très variables sur la surface de la Terre, et nous ne pensons pas qu'on l'ait jamais conçue autrement. »

NAVIGATION. — *Sur le barrage du Furens.* Note de M. de Lesseps.

« M. de Lesseps rend compte de la visite qu'il vient de faire, près de Saint-Étienne, au grand barrage du Furens, de 56^{m} de hauteur.

» Un tel travail, regardé comme le plus beau en ce genre et qui fait un si grand honneur aux ingénieurs français, doit servir de type au barrage du Chagres dans l'isthme de Panama.

» M. de Lesseps était accompagné dans cette visite par les ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées, MM. de Montgolfier, Jollois, Lefort et les ingénieurs ordinaires du département.

» La dépense totale du barrage du Furens, y compris les travaux accessoires pour la conduite des eaux, a coûté $1\,644\,000^{fr}$ et produit déjà à la ville de Saint-Étienne un revenu de $350\,000^{fr}$ par an. Ce sera un bon exemple à suivre pour beaucoup de villes de France.

» Or, d'après ce précédent, le barrage du Chagres, d'une hauteur de 40^{m}, en multipliant la dépense par la longueur de l'ouvrage, ne coûterait

pas plus de 25 millions de francs, somme bien inférieure au devis primitif, évalué à 100 millions. Le barrage du Chagres permettra en outre, en dehors de son utilité pour le canal maritime, de fournir l'eau potable en abondance aux deux villes de Colon et de Panama, qui en sont aujourd'hui à peu près dépourvues.

» M. de Lesseps joint à cette Note la copie d'une plaque de marbre placée à l'extrémité du pont du barrage du Furens et donnant la décomposition de la dépense de 1644000^{fr} :

» Capacité du réservoir, 1600000^{mc}, dont 1200000 pour conserver l'eau destinée aux fontaines et usines, et 400000 de vide pour retenir les eaux d'inondation.

Dépense totale, 1644000^{fr}.

- 902000^{fr} pour le mur du réservoir, haut de 56^{m}, long de 100^{m}, épais de 49^{m} au pied;
- 18000^{fr} pour le tunnel supérieur, de 65^{m}, qui sert à écouler les eaux d'inondation;
- 102000^{fr} pour le tunnel inférieur, de 185^{m}, par où se fait la prise d'eau pour les tuyaux, robinets, etc.;
- 350000^{fr} pour le canal de décharge;
- 177000^{fr} pour les indemnités;
- 36000^{fr} pour le petit barrage et les vannes de manœuvre qui sont à 1600^{m} à l'amont.

» Le barrage du Pas du Riot est à 2200^{m} de distance. »

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte nouvelle que vient de faire la Science. M. Peters, Correspondant de la Section d'Astronomie, est mort à Kiel à l'âge de soixante-quatorze ans. Successeur de Petersen dans la direction du célèbre Recueil fondé par Schumacher (*Astronomische Nachrichten*), M. Peters était compté depuis plus d'un demi-siècle parmi les astronomes les plus actifs et les plus dévoués à la Science, tant de fois enrichie par ses travaux.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les Concours de l'année 1880.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Delalande-Guérineau : MM. de Lesseps, d'Abbadie, Milne Edwards, Cosson et Mouchez réunissent la majorité absolue des suffrages. Les

Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Boussingault et Perrier.

Commission chargée de présenter une question de *grand prix des Sciences mathématiques* pour 1882 : MM. Bertrand, Puiseux, Tisserand, Hermite et Bouquet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. O. Bonnet et Resal.

Commission chargée de présenter une question de *prix Bordin* (Sciences physiques) pour 1882 : MM. Puiseux, Bertrand, Fizeau, Phillips et Tisserand réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Resal et Hermite.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur quelques effets nutritifs des alcalins à doses modérées, d'après l'expérimentation sur l'homme dans l'état de santé.* Mémoire de MM. **Martin-Damourette** et **Hyades**. (Extrait par les auteurs.)

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

« Nous avons institué des expériences sur l'homme sain dans le but de fixer le genre d'influence qu'exercent les alcalins sur la nutrition.

» Pour cela, nous avons pratiqué l'hématimétrie et le dosage de l'urée et de l'acide urique des urines comparativement dans l'état physiologique et dans l'état expérimental.

» Les expériences ont été faites sur quatre adultes bien portants et qui ont suivi une hygiène identique pendant toute la durée des observations.

» Les alcalins employés ont été tantôt le bicarbonate de soude à la dose de 5^{gr}, pris en deux fois aux repas, tantôt l'eau de la source Élisabeth de Cusset, prise à la dose de $0^{lit},5$ à 1^{lit} aux repas et en dehors des repas. Nous avons tenu à n'employer que ces doses modérées, susceptibles de modifier la nutrition, et avec elle certains états morbides constitutionnels, à l'exclusion des doses massives et perturbatrices ou altérantes, qui ont un autre objectif thérapeutique.

» Ces expériences ont donné les résultats déjà constatés par l'un de nous il y a vingt-six ans, c'est-à-dire la diminution constante de l'acide urique et l'augmentation de l'urée sous l'influence du régime alcalin. Elles paraissent établir en outre une augmentation du chiffre des globules rouges du sang.

» Une seule différence existe entre les résultats fournis par les deux sortes d'alcalins employés, et son importance n'échappera à personne : c'est que l'usage du bicarbonate de soude *pendant six jours* a déterminé des troubles gastriques (inappétence, dyspepsie, pyrosis, etc.), tandis que l'emploi de l'eau Élisabeth pendant le même temps a toujours augmenté l'activité des fonctions digestives lorsqu'elles étaient un peu languissantes, et ne les a nullement troublées quand elles étaient parfaites.

» Des Tableaux détaillés permettent de se rendre un compte exact des effets que nous signalons et de quelques autres qui ne sont pas sans intérêt. Nous nous bornerons à en indiquer les principaux chiffres. Notons d'abord que les quatre sujets qui se sont mis en expérience pendant six jours ont pris : le premier, 5gr de bicarbonate de soude par jour; le deuxième, une bouteille d'eau Élisabeth de Cusset; le troisième, une demi-bouteille de cette eau minérale, et le quatrième, trois quarts de bouteille.

» Les modifications produites par le régime alcalin ont été les suivantes :

» 1° *La quantité de l'urine* a augmenté et *sa densité a diminué*, excepté chez le sujet de la première observation, où elle s'est accrue.

» 2° *Le chiffre de l'urée* a augmenté chez les quatre sujets : de 5,62 pour 100 chez le premier sujet ; de 8,40 pour 100 chez le deuxième; de 29,21 pour 100 chez le troisième ; enfin de 88,23 pour 100 chez le quatrième.

» 3° *L'acide urique a considérablement diminué* dans tous les cas : de 24,63 pour 100 chez le premier sujet ; de 4,68 pour 100 chez le deuxième ; de 23,31 pour 100 chez le troisième, et enfin de 31,26 pour 100 chez le quatrième.

» Chez les sujets de la deuxième et de la troisième observation, les urines donnaient, à l'état physiologique, un dépôt d'urates qui disparut dès le deuxième jour de l'usage de l'eau Élisabeth. Quelques jours après la cessation du régime alcalin, le dépôt reparut légèrement, mais pour disparaître ensuite et ne se montrer de nouveau qu'à des intervalles assez éloignés et passagèrement.

» Chez le sujet de la quatrième observation, le seul où l'acide urique fut dosé après la cessation du régime alcalin, le chiffre de cet acide remonta dès le deuxième jour.

» Un autre fait très digne d'intérêt à signaler dans cette quatrième observation, c'est l'augmentation énorme de l'acide urique qui se produisit pendant le premier jour du régime alcalin, établissant d'une manière très

nette l'action éliminatrice de l'acide urique que possède l'eau de Vichy. Le même fait se produisit chez le sujet de la deuxième expérimentation, tandis que chez le premier sujet, où sans doute il n'y avait pas d'acide urique emmagasiné, il y eut une diminution considérable de l'acide urique dès le premier jour de l'emploi du bicarbonate de soude.

» 4° Chez les sujets sur lesquels l'hématimétrie fut pratiquée pendant l'état physiologique et l'état expérimental, il y eut, sous l'influence des alcalins, une augmentation du chiffre des globules rouges du sang, qui montèrent de 4960000 à 5419000 chez le premier sujet et de 4278000 à 5084000 chez le troisième.

» Des conclusions qui ressortent de ces expériences physiologiques, nous ne voulons retenir que les suivantes :

» 1° Les alcalins sont des *agents trophiques*, aux doses modérées où nous les avons expérimentés. Ils activent la nutrition, en la perfectionnant dans toute la série des actes qui la constituent, et notamment ils élèvent le chiffre des globules sanguins et favorisent la désassimilation, comme l'attestent l'augmentation de l'urée et la diminution de l'acide urique des urines.

» Ce surcroît de dépense communique une impulsion plus grande à l'assimilation, et, de ce chef, les alcalins sont des *nutritifs déperditeurs*, à la façon de l'exercice musculaire, de l'hydrothérapie, de la respiration oxygénée, etc. Par conséquent, c'est une erreur de croire que les eaux de Vichy sont débilitantes et contre-indiquées chez les anémiques, dont, au contraire, elles favorisent merveilleusement la reconstitution, quand elles sont employées dans une juste mesure.

» 2° Le second fait qui se dégage avec la plus grande netteté de nos expériences, c'est l'énorme diminution de l'acide urique des urines sous l'influence de l'eau de Vichy, même à la faible dose d'une demi-bouteille par jour, et comme, d'autre part, l'eau alcaline augmente les urines et assure l'élimination des urates, on comprend que les alcalins soient un admirable préventif des attaques de goutte et de gravelle, lorsqu'on sait y recourir en temps opportun. La clinique témoigne hautement en faveur de ce résultat physiologique.

» 3° Nous ne terminerons pas sans faire remarquer l'importance qui s'attache au choix de l'alcalin et à son dosage au point de vue des effets nutritifs à obtenir. Nos expériences démontrent que le bicarbonate de soude à la dose de 5^{gr} par jour détermine déjà des troubles gastriques et que, par conséquent, l'eau minérale alcaline doit être préférée pour un

traitement d'une certaine durée. Elles établissent en outre que, sans dépasser la dose d'une demi-bouteille d'eau de Vichy par jour, nous avons obtenu toutes les modifications utiles contre les maladies de la nutrition. »

M. A. Picard adresse un Mémoire intitulé « Sur la théorie du gyroscope électromagnétique ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. Boussinesq prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Mécanique.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

ASTRONOMIE. — *Positions de la comète b de 1880, déterminées à l'Observatoire de Bordeaux.* Note de M. Rayet.

Dates.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite. ✱ − ☆	Déclinaison. ✱ − ☆	Étoiles de comparaison.
	h m s	m s	′ ″	
1880. Mai 10.........	10.41.20,2	0.40,5	+3. 3,6	*a*
» » 13.........	10.21.38,7	0.18,5	−5. 5,3	*b*
» » 14.........	10.52.14,5	0.27,6	−1.25,8	*c*

Étoiles de comparaison.	Positions moyennes pour 1880,0. Ascension droite.	Déclinaison.
	h m s	° ′ ″
a Argelander, zone +61°, n° 887......	6.18.34,6	61.37.35
b » » +60, n° 971......	6.19.36,6	60.13.10
c » » +59, n° 984......	6.20.12,9	59.39.15

» La comète est très faible et diffuse, ce qui rend les observations difficiles.

» Ces positions ont été obtenues à l'aide de l'équatorial de 8 pouces que la Commission du Passage de Vénus a confié à l'Observatoire de Bordeaux. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur des transcendantes qui jouent un rôle fondamental dans la théorie des perturbations planétaires.* Note de M. O. CALLANDREAU, présentée par M. Tisserand.

« L'objet de cette Note est la démonstration de l'important théorème communiqué par M. Tisserand dans la séance du 3 mai.

» Dans la formule

$$b_s^{(m)} = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} \frac{\cos m\theta\, d\theta}{(1+\alpha^2-2\alpha\cos\theta)^s},$$

s sera toutefois supposé compris, comme α, entre 0 et 1. Je me propose de démontrer que la valeur de

$$(1) \qquad \frac{x^n}{1.2\ldots n}\,\frac{d^n b_s^{(m)}}{d\alpha^n}$$

tend vers zéro ou l'infini suivant que la somme $\alpha + x$ est inférieure ou supérieure à l'unité; ces deux résultats seront des conséquences de la valeur de l'expression précédente pour n très grand. Dans cette recherche, que M. Tisserand a bien voulu m'indiquer, je me suis inspiré du bel Ouvrage de M. Heine sur les fonctions sphériques.

» Le point de départ est l'expression de la transcendante $b_s^{(m)}$ par une intégrale définie

$$b_s^{(m)} = \frac{2\sin s\pi}{\pi}\alpha^m \int_0^1 (1-\alpha^2 r)^{-s} r^{m+s-1}(1-r)^{-s}\,dr$$

ou, en remplaçant r par r^2 sous le signe d'intégration,

$$b_s^{(m)} = \frac{4\sin s\pi}{\pi}\int_0^1 \alpha^m r^m (1-\alpha^2 r^2)^{-s} r^{m+2s-1}(1-r^2)^{-s}\,dr.$$

» Envisageant d'une manière spéciale le facteur $1-\alpha r$, on pourra développer le produit $\alpha^m r^m (1+\alpha r)^{-s}$ en série convergente ordonnée suivant les puissances du premier facteur; on aura ainsi une suite d'intégrales qui, abstraction faite de coefficients numériques, se déduiront de la première,

$$\frac{4\sin s\pi}{\pi}2^{-s}\int_0^1 (1-\alpha r)^{-s} r^{m+2s-1}(1-r^2)^{-s}\,dr,$$

en ajoutant à $-s$ des nombres *positifs*, et il est aisé de voir que les dérivées

$n^{\text{ièmes}}$ de ces termes seront très petites en comparaison de la dérivée d'ordre n du terme considéré. Ajoutant le coefficient $\frac{x^n}{1.2\ldots n}$, il vient, pour la partie principale de (1),

$$\frac{4\sin s\pi}{\pi}\,2^{-s}\frac{s(s+1)\ldots(s+n-1)}{1.2\ldots n}\left(\frac{x}{1-\alpha}\right)^n\int_0^1\frac{r^{m+2s-1}(1-r^2)^{-s}}{(1-\alpha r)^s}\left(\frac{r-r\alpha}{1-\alpha r}\right)^n d;$$

on a mis au numérateur et au dénominateur le facteur $(1-\alpha)^n$.

» Décomposons l'intégrale en deux parties,

$$\int_0^1=\int_0^{1-\frac{h}{n}}+\int_{1-\frac{h}{n}}^1,$$

h ayant la signification que lui donne M. Heine (§ 41), c'est-à-dire étant une certaine puissance fractionnaire de n. La première partie de l'intégrale est comparable à $e^{-\varepsilon n}$ (ε positif); la seconde est égale au produit de $\frac{h}{n}$ par une quantité finie. Il suffit donc d'avoir égard à la seconde partie,

$$\int_{1-\frac{h}{n}}^1\frac{r^{m+2s-1}(1-r^2)^{-s}}{(1-\alpha r)^s}\left(\frac{r-r\alpha}{1-r\alpha}\right)^n dr$$

ou

$$\int_0^{\frac{h}{n}}\frac{(1-z)^{m+2s-1}z^{-s}(2+z)^{-s}}{(1-\alpha+\alpha z)^s}\left(1-\frac{z}{1-\alpha+\alpha z}\right)^n dz,$$

en posant $z=1-r$. On fait maintenant $u=zn$, et l'on suppose n très grand. La valeur approchée de l'intégrale précédente est alors

$$\frac{n^{s-1}2^{-s}}{(1-\alpha)^s}\int_0^\infty e^{-\frac{u}{1-\alpha}}u^{-s}du$$

ou, plus simplement,

$$\frac{n^{s-1}2^{-s}}{(1-\alpha)^{2s-1}}\Gamma(1-s).$$

» En simplifiant l'autre facteur au moyen des équations connues

$$\Gamma(s)\Gamma(1-s)=\frac{\pi}{\sin s\pi}\quad\text{et}\quad\Gamma(z)=z^{z+\frac{1}{2}}e^{-z}\sqrt{2\pi}$$

pour z très grand, on arrive à ce résultat :

$$\frac{x^n}{1.2\ldots n}\frac{d^n b_s}{dx^n}=\frac{4^{1-s}}{\Gamma^2(s)}(1-\alpha)^{1-2s}\frac{1}{n^{2-2s}}\left(\frac{x}{1-\alpha}\right)^n$$

pour n très grand.

» Si l'on fait $s = \frac{1}{2}$, l'expression du second membre se réduit à

$$\frac{2}{\pi n}\left(\frac{x}{1-\alpha}\right)^n.$$

» On peut remarquer que l'entier m ne figure pas dans ces formules.

» Les nombres suivants montrent l'utilité pratique de la formule précédente.

» D'après M. Tisserand (voir ce Volume, p. 1025), on a, dans les derniers exemples cités, $\frac{\alpha^6}{1.2\ldots6}\frac{d^6 b_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{d\alpha^6}$ égal à 0,033 et à 0,055; nous trouvons 0,035 et 0,058.

» Dans la théorie de Vénus et de la Terre, d'autre part, où $\alpha = 0,723332$, on a, d'après M. Le Verrier, $\alpha^4 \frac{d^4 b_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{d\alpha^4} = 171,78$ et par la formule approchée 178,45. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le nombre des groupes cycliques dans une transformation de l'espace.* Note de M. S. KANTOR, présentée par M. Chasles.

« Dans une Note communiquée à l'éminent M. Cremona pour les *Annali di Matematica*, j'ai déterminé le nombre des groupes cycliques d'une transformation rationnelle dans le plan. On peut étendre cette détermination à l'espace, et je prends une transformation rationnelle D du troisième degré à quatre points doubles fondamentaux.

» Soient A, B, C, D et A', B', C', D' les points fondamentaux des deux espaces superposés. Le point A', appartenant aussi au premier espace, se transforme successivement en $A'_1, A'_2, \ldots, A'_n$; la droite A'B', après la $n^{\text{ième}}$ transformation, devient une courbe gauche $(A'B')_n$ de l'ordre 3^n, qui a un point $(3^{n-s})^{\text{tuple}}$ en chacun des points A'_s, B'_s, C'_s, D'_s, où $s = 0, 1, \ldots, n-1$, et $A'_0 = A'$, et qui passe par A'_n, B'_n, mais non par C'_n, D'_n.

» Un plan quelconque après n transformations devient une surface T_n, de l'ordre 3^n, ayant en A'_s un point $(2.3^{n-s-1})^{\text{tuple}}$ et qui contient la courbe $(A'B')_s$ comme courbe $(3^{n-s-1})^{\text{tuple}}$.

» Je prends deux droites arbitraires a, b, qui se coupent, et une troisième c, qui ne les coupe pas. Le faisceau de plans dont a est l'axe et celui des surfaces T_n correspondantes sont projectifs et engendrent une surface U_a de l'ordre $3^n + 1$. Les surfaces U_a et U_b se coupent suivant une

courbe de l'ordre $(3^n+1)^2$, qui se compose : 1° de la courbe d'intersection, d'ordre 3^n, du plan ab avec la surface T_n qui lui correspond ; 2° des courbes $(A'B')_s$, où $(A'B')_s$ compte pour une intersection du $(3^s.3^{2(n-s-1)})^{\text{ième}}$ ordre et l'ensemble de toutes les courbes $(A'B')_s$ pour une courbe de l'ordre $\frac{1}{2}3^{n-1}(3^n-1)$; 3° d'une courbe gauche Δ_n, d'ordre 2.3^n+1, par conséquent. Cette courbe est le lieu des points dont les $n^{\text{ièmes}}$ transformés sont, avec les points eux-mêmes, situés sur des droites passant par le point (ab).

» Δ_n passe 3^{n-s-1} fois par A'_s, B'_s, C'_s, D'_s. Il faut trouver le nombre des points où Δ_n rencontre les courbes $(A'B')_s$. Le plan A'B'C' contient deux droites variables des U_a et U_b dont le point d'intersection appartient à Δ_n : ainsi, sur chacune des arêtes A'B' sont situés $\frac{1}{3}(2.3^n-3.3^{n-1})=3^{n-1}$ points de Δ_n. Alors je prends le premier transformé δ_1 du plan A'B'C'; δ_1 coupe d'ailleurs les U_a, U_b suivant deux courbes planes du troisième ordre qui ont trois points communs. Les δ_1 et Δ_n se rencontrent, en outre de ces points et des points A', B', C', D', A'_1, B'_1, C'_1, en

$$3(2.3^n+1)-3-8.3^{n-1}-6.3^{n-1}-3.3^{n-2}=3^n$$

points; donc le Δ_n et la courbe $(A'B')_1$ se rencontrent en 3^{n-1} points. En employant successivement les $s^{\text{ièmes}}$ transformés du plan A'B'C', on trouve que Δ_n a, sur la courbe $(A'B')_s$, 3^{n-1} points autres que les points fondamentaux et leurs transformés.

» Cela posé, on prend la surface U_c. Les points communs à Δ_n et à U_c sont : 1° les A'_s, B'_s, C'_s, D'_s, qui comptent ensemble pour $8\Sigma_1^n 3^{2(s-1)}$; 2° les points de Δ_n sur les courbes $(A'B')_s$, qui comptent pour $6.3^{n-1}\Sigma_1^n 3^{s-1}$; 3° 2.3^n points qui dépendent de ceux dans lesquels la droite c coupe le cône qui a pour sommet le point (ab) et pour directrice la courbe Δ_n; 4° les k points de l'espace qui correspondent à eux-mêmes, et 5° un nombre Z de points dont il faut que les $n^{\text{ièmes}}$ transformés coïncident avec eux, $Z=2.3^n+2-k$.

» Donc $k=8$. Voici un théorème sur ces huit points, qui peuvent être appelés *points doubles de l'espace : Ils sont huit points associés dans le système linéaire de surfaces du second degré qui est formé par les quatre paires de plans* BCD, B'CD', ...

» Mais, en considérant que, si le $f^{\text{ième}}$ transformé de p coïncide avec p, il en est de même pour le $n^{\text{ième}}$ transformé quand f est facteur de n, on doit donc écrire

$$Z_n+\Sigma Z_f=6(3^{n-1}-1),$$

où Z_n désigne le nombre des points qui ne se reproduisent qu'après n transformations. De cette formule on tire, par un calcul un peu prolixe, la conclusion suivante :

» *En opérant une transformation* D *de l'espace, on trouvera*

$$Z'_n = 2\,\frac{3^n - \Sigma 3^{\overline{f_i}^{\,n}} + \Sigma 3^{\overline{f_i f_j}^{\,n}} - \ldots + (-1)^\nu 3^{\overline{f_1 f_2 \ldots f_\nu}^{\,n}}}{n}, \quad (n = f_1^{m_1}, f_2^{m_2}, \ldots, f_\nu^{m_\nu})$$

groupes cycliques contenant chacun n points qui ne sont transformés en eux-mêmes qu'après n transformations successives. Les sommes s'étendent sur tous les facteurs simples de n.

» Plus généralement, on peut établir ce théorème :

» *Si $x_1, x_2, \ldots, x_{r+1}$ sont les n paramètres d'une variété linéaire à r dimensions et si l'on applique à ses éléments une transformation du $r^{\text{ième}}$ degré exprimée par*

$$\xi_1 : \xi_2 : \ldots : \xi_{r+1} = \frac{1}{A_1} : \frac{1}{A_2} : \ldots : \frac{1}{A_{r+1}},$$

où les ξ sont les paramètres de l'élément transformé et où les A *désignent des fonctions homogènes du premier degré en $x_1, x_2, \ldots, x_{r+1}$, alors il y a*

$$1.2.3\ldots(r-1)\,\frac{r^n - \Sigma r^{\overline{f_i}^{\,n}} + \Sigma r^{\overline{f_i f_j}^{\,n}} - \ldots (-1)^\nu r^{\overline{f_1 f_2 \ldots f_\nu}^{\,n}}}{n}, \quad (n = f_1^{m_1}, f_2^{m_2}, \ldots, f_\nu^{m_\nu})$$

groupes dont les n éléments se transforment en les mêmes éléments dans un certain ordre, de sorte que chaque élément ne revient à son ancienne place qu'après n transformations.

» Au lieu de l'expression *élément*, on peut mettre un *système de valeurs des x*.

» Il va sans dire qu'au moyen d'un procédé analogue on arrive au nombre des groupes cycliques d'une transformation quelconque de l'espace. »

PHYSIQUE. — *Les tensions des vapeurs saturées ont des modes de variation différents selon qu'elles sont émises au-dessus ou au-dessous du point de fusion.* Note de M. **Paul de Mondesir.**

« V. Regnault et d'autres physiciens ont trouvé que l'état solide ou liquide d'un corps n'a pas d'influence sensible sur la tension de ses vapeurs,

soit au point de fusion, soit à des températures inférieures, dans le cas de surfusion. En admettant cette conclusion comme définitive, même pour le dernier point, il reste cependant à examiner si, lorsque l'on prend des parcours de température un peu considérables au-dessus et au-dessous du point de fusion, le mode de variation des tensions reste le même des deux côtés. Cette question ne paraît pas avoir été nettement posée jusqu'ici et cela se conçoit, car en considérant chaque corps isolément on ne peut rien voir de précis. Il n'en est pas de même lorsqu'on applique le procédé que j'ai indiqué précédemment pour la comparaison des diverses vapeurs. Je rappelle que ce procédé consiste à prendre dans la Table d'une des vapeurs des températures également espacées et les tensions qui sont en regard, à chercher pour la seconde vapeur la série des températures qui correspondent à ces mêmes tensions, puis à prendre les différences successives de ces températures. Lorsqu'on opère sur deux corps liquides, les différences pour le second corps varient lentement; mais, si l'on arrive à un point de solidification, la variation change toujours et s'accentue dans de très fortes proportions, comme le montre le Tableau ci-dessous :

	Eau.	Chlorure de cyanogène.	Hydrocarbure de brome.	Benzine.
	o	o	o	o
Parties liquides...	7,50	»	»	»
	7,35	»	»	»
	7,18	»	»	»
	6,78	29,11	5,83	11,44
	6,26	29,72	5,97	11,30
Points de fusion.				
Parties solides....	4,86	23,00	6,30	9,43
	4,35	»	6,89*	9,01
	»	»	8,18	7,79
	»	»	10,86	»

» La variation de l'hydrocarbure est en sens contraire des autres; mais le chlorure de carbone, dont Regnault a rejeté la partie solide, et l'acide carbonique, depuis sa solidification vers — 57° jusqu'aux plus basses températures obtenues par Faraday, marchent comme l'eau, la benzine et le chlorure de cyanogène. L'hydrocarbure est donc un cas isolé dont je prie le lecteur de ne pas s'occuper pour le moment.

» Il n'existe pas pour l'eau de bons termes de comparaison, car Regnault n'a étudié sur aucun autre corps des tensions à beaucoup près aussi basses. J'ai pris la comparaison avec la térébenthine, bien que celle-ci

soit le corps le plus suspect comme pureté, parce que c'est la seule qui permette de descendre pour l'eau jusqu'à -9°. La variation tout à fait exceptionnelle que cette comparaison présente dans la partie liquide a d'ailleurs l'avantage de faire voir que, si l'on prend les taux pour 100 des variations sur les parcours thermométriques des deux parties, celui de la partie solide est encore cinq fois plus fort que l'autre.

» Le chlorure de cyanogène est comparé à l'eau liquide. L'hydrocarbure est comparé aussi à l'eau; mais celle-ci devient solide à l'intervalle marqué par un astérisque, et l'effet qui en résulte, s'exerçant dans le même sens que celui de l'hydrocarbure, accélère la variation. Les chiffres de ces deux corps sont pris sur les courbes de Regnault. La benzine est comparée à l'alcool; ses chiffres sont pris sur les observations, parce que Regnault reconnaît que sa courbe ne représente pas bien les bas degrés.

» J'ai, d'ailleurs, varié les comparaisons de bien des manières et avec beaucoup d'autres liquides : les résultats changent un peu d'apparence, mais conservent le même fond; le passage par le point de fusion amène toujours une variation au moins quatre ou cinq fois plus forte que le maximum de ce qu'on trouve sur deux liquides dans un égal parcours thermométrique. Ce fait sans exception, toujours du même ordre, ne peut être un hasard de calcul.

» Il reste toutefois une objection: c'est que Regnault aurait dû apercevoir des variations aussi marquées. Mais l'illustre physicien a toujours étudié chaque vapeur isolément, et dans ce cas les variations d'allure ne peuvent apparaître que par des difficultés dans l'établissement de la formule. Or l'exponentielle empirique est assez flexible pour représenter la majeure partie des variations que je signale. Toutefois il en reste, comme je l'expliquerai plus tard, une petite portion qui crée des difficultés; aussi Regnault l'a-t-il vue, quoiqu'elle ne soit peut-être pas le dixième du total; mais, ne pouvant en reconnaître la nature, il l'a appelée *irrégularité*. Voici les conséquences de cette irrégularité, si petite qu'elle soit.

» Dans le chlorure de carbone, Regnault a retranché la partie solide comme pouvant troubler le reste. Pour le chlorure de cyanogène, il déclare que la courbe ne représente pas bien l'état solide. Pour la benzine, après avoir recommencé quatre fois l'ajustement de la courbe, il conclut que pour suivre la partie solide il faudrait élever le point le plus bas à 5^{mm} au lieu de $2^{mm},80$ que lui ont donnés deux observations concordantes. Dans les Tables de l'eau, il a pris une courbe spéciale au-dessous de 0° et, bien qu'il disposât de trois coefficients pour ajuster cette courbe sur un

parcours de 32° seulement, il en a encore mis de côté la moitié pour revenir aux chiffres des expériences.

» Cet ensemble de faits prouve, à mon avis, que le passage par le point de fusion a toujours, dans les expériences, amené un changement très marqué du mode de variation des tensions. Que ce changement résulte réellement du phénomène physique ou de la présence de corps étrangers, ou de changements isomériques, il y a une première conclusion qui restera toujours la même : c'est qu'il faut séparer la représentation des vapeurs données par le liquide et des vapeurs données par le solide, comme Regnault a été amené à le faire dans son étude si précise sur la vapeur d'eau. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'interversion des températures de l'air avec la hauteur.* Note de M. CH. ANDRÉ.

« L'interversion remarquable signalée par M. Alluard [1] dans les températures de l'air à Clermont et au sommet du Puy-de-Dôme se produit dans les mêmes circonstances pour des points de l'atmosphère séparés par des distances verticales beaucoup moins grandes et très voisines ; on peut même dire qu'elle a alors lieu d'une façon continue presque à partir du niveau du sol.

» C'est ce que montrent les faits suivants, qui sont un argument de plus à l'appui des considérations dont M. Faye a fait suivre la Communication de M. Alluard.

» L'Observatoire de Lyon a fait, l'hiver dernier, des observations régulières au parc de la Tête-d'Or (175^m d'altitude) et au fort du mont Verdun, à 10^{km} de Lyon (625^m d'altitude); dans les conditions que j'ai rappelées plus haut, les maxima et minima observés au mont Verdun sont plus élevés que ceux observés au parc, et la différence est parfois plus grande que celle constatée à Clermont. Je citerai, comme exemple, les nombres suivants :

	Minima.			Maxima.		
Dates.	Parc.	Mont Verdun.	Différence Verdun-Parc.	Parc.	Mont Verdun.	Différence Verdun-Parc.
Déc. 19.....	−13°,8	−10°,0	+ 3°,8	−3°,1	−7°,4	−4°,3
20.....	−13,6	− 5,8	+ 7,8	−1,5	−3,8	−2,3
21.....	−13,1	− 4,5	+ 8,6	+0,8	−0,8	−1,6

[1] *Comptes rendus*, même tome, p. 795 et suiv.

Dates.	MINIMA. Parc.	Mont Verdun.	Différence Verdun-Parc.	MAXIMA. Parc.	Mont Verdun.	Différence Verdun-Parc.
	°	°	°	°	°	°
Déc. 22.....	−13,4	0,0	+13,4	−0,6	+0,4	+1,0
23.....	−13,5	− 3,8	+ 9,7	−1,9	−1,2	+0,7
24.....	−13,7	− 3,0	+10,7	−1,8	+5,0	+6,8
25.....	−15,6	− 1,0	+14,6	−3,2	−0,4	+2,8
26.....	−14,8	− 5,0	+ 9,8	−5,6	−4,0	+1,6
27.....	−16,3	− 6,5	+ 9,8	−4,4	−2,6	+1,8
28.....	−14,1	− 1,6	+12,5	−2,9	+2,0	+4,9
29.....	−12,8	+ 3,8	+16,6	+3,8	+6,4	+2,6
30.....	− 0,8	+ 1,8	+ 2,6	+5,5	+2,5	−3,0

» Cette interversion dure moins entre les deux stations précédentes qu'entre celles de l'Observatoire du Puy. Dans les deux cas, elle commence par les minima, mais elle se produit d'abord au Puy-de-Dôme, et nous ne l'apercevons que quelques jours après; de même, elle se termine plus tôt pour nos deux stations.

» On la trouve d'ailleurs, dans les mêmes circonstances, entre deux stations de hauteur bien moins différentes encore. Ainsi, M. Maxime Benoît, secrétaire de la Commission départementale de Météorologie du Rhône, fait depuis de longues années des observations régulières à Saint-Irénée, faubourg de Lyon (à 240^m d'altitude). Or son registre d'observations donne, pour la même époque, les résultats suivants :

Dates.	MINIMA. Parc.	St-Irénée.	Différence. St-Irénée-Parc.	MAXIMA. Parc.	St-Irénée.	Différence. St-Irénée-Parc.
	°	°	°	°	°	°
Déc. 19......	−13,8	−12,7	+0,9	−3,1	−2,0	+0,9
20......	−13,6	−12,2	+1,4	−1,5	−2,2	−0,7
21......	−13,1	−11,5	+1,6	+0,8	0,0	−0,8
22......	−13,4	−11,2	+2,2	−0,6	−0,4	+0,2
23......	−13,5	−11,7	+1,8	−1,9	−0,2	+1,7
24......	−13,7	−11,6	+1,9	−1,8	+0,2	+2,0
25......	−15,6	−12,8	+2,8	−3,2	−1,5	+1,7
26......	−14,8	−13,9	+0,9	−5,6	−1,4	+4,2
27......	−16,3	−14,5	+1,8	−4,4	−4,6	−0,2
28......	−14,1	−13,3	+0,8	−2,9	−1,0	+1,9
29......	−12,8	−11,5	+1,3	+3,8	+3,2	−0,6
30......	− 0,8	0,0	+0,8	+5,5	+5,5	0,0

» Sans atteindre l'importance qu'elle a pour le Puy-de-Dôme et pour le

mont Verdun, l'interversion des températures est manifeste et se produit d'ailleurs en même temps que pour le mont Verdun et le parc.

» Dans les circonstances qu'a signalées M. Alluard, la température de l'air va donc bien en croissant d'une manière continue presque à partir du niveau du sol jusqu'à une limite supérieure qui reste à déterminer.

» J'ajouterai que cette interversion des températures avec la hauteur ainsi que sa relation avec la pression barométrique ont été signalées il y a bien longtemps, par un de mes prédécesseurs à l'Observatoire de Lyon, Fournet, dont les travaux météorologiques sont malheureusement trop peu connus [1]. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les mélanges réfrigérants formés d'un acide et d'un sel hydraté.* Note de **M. A. Ditte.**

« L'un des mélanges réfrigérants les plus employés dans les laboratoires est celui d'acide chlorhydrique et de sulfate de soude, pris en diverses proportions; on attribue le refroidissement à une simple dissolution du sel dans l'acide, dissolution s'effectuant avec une absorption considérable de chaleur.

» Or, si l'on examine le mélange de sulfate de soude avec de l'acide chlorhydrique en excès, on s'aperçoit immédiatement qu'il se passe tout autre chose ; les prismes de sulfate disparaissent presque instantanément et sont remplacés par une poudre blanche et fine formée de cubes très nets. Tout le sulfate est ainsi transformé en chlorure, pendant que l'acide sulfurique est mis en liberté. C'est que, en effet, l'acide chlorhydrique concentré, celui du commerce par exemple, qui contient environ le tiers de son poids d'acide réel, ne dissout pas sensiblement de sel marin entre -15° et $+20^\circ$. La réaction est la suivante :

$$\mathrm{NaO, SO^3, 10HO}\ \text{solide} + \mathrm{H\,Cl}\ \text{dissous} = \mathrm{Na\,Cl}\ \text{solide} + \mathrm{SO^3HO}\ \text{dissous} + \mathrm{10HO}\ \text{liquide}.$$

Elle a lieu conformément au principe du travail maximum. En effet, d'après les données fournies par M. Berthelot, la formation du sulfate solide depuis ses éléments dégage $163^{\text{cal}},2$; l'union de ce sel avec 10HO pour faire l'hydrate solide en dégage 2,3. La formation de l'acide chlorhydrique à $8^{\text{éq}}$ d'eau

(1) *Sur l'interversion de la température atmosphérique dans les hivers rigoureux* (*Annales de la Société d'Agriculture de Lyon*, 1839, t. II, p. 461 et suiv.)

(qui est à peu près l'acide du commerce) dégage environ $35^{cal},4$, ce qui fait au premier membre $200^{cal},9$. Le chlore et le sodium, en formant du sel marin solide, donnent $97^{cal},3$, et la formation de l'acide sulfurique dissous en dégage 104,7, en tout au second membre $202^{cal},0$ (en admettant que l'acide sulfurique se dissout dans une liqueur renfermant de l'acide chlorhydrique comme dans l'eau pure). Si, à cause de cette hypothèse, ces nombres ne mesurent pas très exactement le phénomène, au moins ils en indiquent le sens. La transformation du sulfate en chlorure s'effectue avec dégagement de chaleur, et, en effet, si l'on mélange 7 parties de sulfate anhydre avec 10 d'acide chlorhydrique, on voit la température monter de 5° à 6°.

» Avec la même quantité d'acide et 16 parties de sulfate cristallisé, on observe au contraire un abaissement de température de 32° environ. Cela tient à ce que le chlorure qui se produit est anhydre; toute l'eau combinée au sulfate, et qui ne joue au fond aucun rôle dans la réaction, devient libre; celle-ci une fois terminée, tout est liquide, à l'exception du précipité de sel marin. Tout se passe donc comme si l'eau, solide dans le sulfate cristallisé, devenait liquide une fois qu'elle en est séparée et empruntait au liquide environnant toute la chaleur nécessaire à ce changement d'état, ce qui produit l'abaissement de la température.

» L'influence du changement d'état est bien mise en évidence en prenant les mêmes proportions, 10 et 16 parties d'acide et de sulfate, et les mélangeant après les avoir portées préalablement à une température voisine de 33°, d'abord en maintenant le sulfate solide, ensuite en le fondant dans son eau de cristallisation. Au premier cas, la température de la masse descend presque immédiatement vers $-8°$; au second, l'on n'observe qu'une très faible variation dans la température du liquide; il se forme du reste les mêmes produits, acide sulfurique dissous et chlorure de sodium précipité.

» Le sel marin n'est pas tout à fait insoluble dans les dissolutions moins concentrées d'acide chlorhydrique. Aussi, lorsqu'on mélange des quantités équivalentes de cet acide et de sulfate, la réaction commence, du sel marin se dépose; mais, au fur et à mesure de sa production, la liqueur s'appauvrit en acide chlorhydrique, et bientôt la dissolution d'une partie du chlorure formé devient possible; dès lors, il s'établit, entre les quatre corps qui se trouvent en présence, un état particulier d'équilibre, variable avec la température et la concentration du liquide. On observe une série de phénomènes comparables à ceux que j'ai signalés, par exemple, dans l'action du

sel marin sur le sulfate de plomb; la réaction demeure incomplète, et une partie du sulfate échappe à la décomposition. Il faut donc, pour utiliser tout ce sulfate, faire en sorte qu'après son entière transformation en chlorure la liqueur soit encore assez riche en acide chlorhydrique pour ne pas dissoudre sensiblement de sel marin. On doit, d'autre part, éviter un trop grand excès de cet acide, qui, jouant le rôle de corps inerte, diminuerait l'abaissement de température; avec 16 parties de sulfate et 12 d'acide, on obtient un refroidissement de 33° environ.

» Des phénomènes du même ordre se produisent avec des mélanges de phosphate de soude et d'acide azotique, de sulfate de soude et de ce même acide, d'aluns et d'acide chlorhydrique, de phosphate de soude et d'acide chlorhydrique, à part quelques particularités qui ne sauraient trouver place ici. Je ferai remarquer seulement que l'action de l'acide chlorhydrique sur le phosphate de soude permet de préparer l'acide phosphorique avec une très grande facilité. Il suffit de diriger, dans une solution de phosphate de soude, un courant d'acide chlorhydrique, de manière à saturer la liqueur : tout le sel marin se précipite; le liquide clair, décanté et distillé, dégage de l'acide chlorhydrique qui peut servir à une opération nouvelle, et le résidu dans l'appareil distillatoire consiste en acide phosphorique sirupeux pur.

» Ainsi donc, lorsqu'on mélange un sel hydraté avec un acide, ce n'est pas à la simple dissolution du sel que le refroidissement est dû : il y a toujours une double décomposition, conformément à la loi du travail maximum. Cette décomposition, totale quand le nouveau sel formé est complètement insoluble dans la liqueur acide, est ordinairement incomplète et limitée par la réaction inverse, et elle s'accompagne d'un dégagement de chaleur. L'abaissement observé de la température provient de ce que les sels employés renferment une grande quantité d'eau; celle-ci n'intervient en rien dans la réaction, qui produit seulement un sel anhydre; mais, en même temps, elle se sépare du sel hydraté solide, dont elle faisait d'abord partie, et les choses se passent comme si elle devenait liquide; ce changement d'état absorbe la chaleur que la réaction dégage, emprunte au liquide lui-même le surplus de force vive nécessaire à son complet accomplissement. De là résultent un abaissement considérable de température et les propriétés réfrigérantes du mélange d'acide et de sel. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence des milieux alcalins ou acides sur la vie des écrevisses.* Note de M. Ch. Richet, présentée par M. Vulpian.

« Il est presque impossible d'étudier sur des animaux à respiration aérienne l'influence des milieux alcalins ou acides, leur mode de respiration se prêtant mal à un pareil genre de recherches. Au contraire, les écrevisses, dont le tégument externe n'est pas attaquable par les substances chimiques, se prêtent très bien à cette expérience.

» J'ai pu constater ainsi que *les liquides acides ou basiques ne sont pas toxiques en raison directe de leur acidité ou de leur basicité.*

» A. Ainsi, dans de l'eau contenant 25^{gr} par litre d'acide acétique, une écrevisse peut vivre pendant deux ou trois heures; à 20^{gr} par litre, il y a conservation complète de toutes les fonctions nerveuses, circulatoires et musculaires de l'animal pendant près d'une demi-journée.

» L'acide tartrique se comporte à peu près de la même manière, mais les acides minéraux sont plus toxiques, et l'acide oxalique agit presque comme un acide minéral. Dans de l'eau contenant 5^{gr} par litre d'acide sulfurique (SO^3OH), une écrevisse meurt en moins d'une heure; avec 1^{gr} par litre, elle peut vivre dix à douze heures.

» L'acide azotique est plus toxique encore : à la dose de $0^{gr},5$ par litre, il tue les écrevisses en deux ou trois heures; à la dose de 1^{gr} par litre, il tue en une demi-heure tout au plus. Il résulte donc de ces faits qu'à poids égal l'acide azotique est cinq fois plus toxique que l'acide sulfurique, et vingt-cinq fois plus que l'acide acétique.

» Lorsqu'une écrevisse a été plongée quelque temps dans une solution acide mortelle en trois ou quatre heures, le tissu musculaire paraît atteint tout d'abord. Le muscle de la pince ne peut plus se contracter avec la même énergie qu'auparavant, ou plutôt son relâchement ne s'opère plus avec la même facilité. Chaque effort de contraction est suivi d'une contracture permanente qui ne peut se relâcher qu'au bout de quelques minutes. Si alors on remet l'animal dans de l'eau pure, il arrive souvent qu'il se rétablit. Toutefois le muscle de la pince reste encore pendant longtemps atteint. Alors que toutes les autres fonctions (innervation volontaire et réflexe, mouvements de progression et de natation, respiration) paraissent avoir repris leur intégrité, le muscle de la pince reste faible ou impuissant, et d'autre part il se contracture avec une extrême facilité : la faiblesse du muscle et sa contracture sont deux phénomènes qui coïncident.

» B. D'une manière générale, les bases exercent sur les fonctions névro-musculaires et respiratoires des Crustacés une action plus funeste que les acides. La base la moins toxique est la baryte : une écrevisse peut vivre deux à trois heures dans de l'eau contenant 3^{gr} de baryte par litre. La soude et la chaux sont toxiques en deux ou trois heures, à la dose de $1^{gr},5$ par litre, la potasse, à la dose de 1^{gr} par litre.

» Mais, de tous les alcalis, le plus toxique est sans contredit l'ammoniaque. A la dose de $0^{gr},5$ par litre, son action est presque instantanée, et une écrevisse plongée dans ce liquide faiblement ammoniacal meurt en quelques minutes. Même à dose plus faible, l'ammoniaque est encore un poison : en effet, une écrevisse ne peut guère vivre plus d'une ou deux heures dans de l'eau contenant $0^{gr},1$ d'AzH^3 par litre. A la dose de $0^{gr},05$, l'ammoniaque affecte encore en une demi-journée la vie des écrevisses. Son action sur les Crustacés semble être plus marquée que sur les grenouilles, au moins à cette faible dose.

» Ainsi l'ammoniaque est, à poids égal, trente fois plus toxique que la baryte, et quinze fois plus que la soude. Il est à remarquer que l'ammoniaque agit bien plus énergiquement que la strychnine : en effet, j'ai pu faire vivre pendant plusieurs heures des écrevisses dans de l'eau contenant 2^{gr} de chlorhydrate de strychnine par litre.

» C. J'ai aussi cherché à étudier la toxicité des acides et des bases, non plus en raison de leur poids, mais de leur capacité de saturation acide ou basique. En faisant des solutions acides telles que 1^{lit} de liquide réponde à 1^{gr}, 2^{gr}, 3^{gr}, etc., de chaux, on voit que, pour que la toxicité soit à peu près la même (mort au bout de deux ou trois heures), il faut des liquides acides tels qu'ils saturent :

	CaO.
Pour l'acide azotique	$0^{gr},5$
Pour les acides chlorhydrique et sulfurique	1^{gr}
Pour l'acide oxalique	4^{gr}
Pour l'acide acétique	12^{gr}

» De même on trouvera pour les bases des quantités correspondant :

	CaO.
Pour l'ammoniaque, à	$0^{gr},20$
Pour la potasse, à	$0^{gr},75$

» La soude, la baryte et la chaux semblent avoir, à valeur basique égale, la même puissance toxique.

» Comme toutes ces substances, injectées dans le système circulatoire, seraient probablement mortelles, on peut supposer que les différences de

toxicité tiennent surtout à des différences d'absorption par l'appareil respiratoire ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *Sur quelques-unes des conditions de l'excitabilité corticale.* Note de M. Couty, présentée par M. Vulpian.

« En continuant au Muséum de Rio des expériences commencées dans le laboratoire de M. Vulpian, j'ai constaté sur des chiens, et surtout sur des singes des espèces *Cebus robustus, Lagothrix canna, Simia mycetes,* etc., une nouvelle série de faits qui me paraît confirmer des conclusions antérieures ([2]).

» Sur les singes légèrement anesthésiés, la simple mise à nu d'un des côtés du cerveau, suivie d'excitations diverses de la zone fronto-pariétale, a toujours suffi pour produire un abaissement considérable de la température du corps. Cet abaissement progressif, d'abord assez lent, puis plus rapide, atteint son maximum au bout de deux à cinq heures. Il peut ensuite diminuer et même faire place peu à peu à un phénomène inverse ; mais dans la plupart de mes expériences, au moins pour celles qui regardent le singe, l'animal a succombé pendant cette première période. Au moment de la mort, qui est produite par l'arrêt des mouvements cardiaques et respiratoires, au lieu de 37°,9 à 39°, chiffres normaux, le thermomètre placé dans le rectum indiquait des températures variant entre 34° et 29°, et même, dans deux cas, 26° et 25°,4. Ce refroidissement primitif des grands traumatismes nerveux peut donc exister sur un animal très élevé, comme le singe, à la suite de lésions corticales fort minimes, et la vie est, dans quelques cas, restée compatible pendant un temps assez long avec un refroidissement véritablement extrême. Ce trouble calorique, très variable suivant les cas, ne semble pas du reste avoir par lui-même d'influence sur la nature ou la valeur des autres troubles nerveux. Très facile à étudier sur les singes, il est beaucoup moins marqué sur les chiens, qui survivent presque toujours à ces troubles primitifs, même si la lésion corticale est plus considérable ; mais, pour ces deux sortes d'animaux, la mort, quand elle se produit à cette période, est toujours précédée de la même série de troubles successifs.

» Au début du refroidissement, toutes les fonctions paraissent d'abord

---

([1]) Travail du laboratoire de M. Vulpian, à la Faculté de Médecine.
([2]) *Comptes rendus,* mars 1879.

rester intactes, et l'animal est seulement un peu affaibli et apathique; puis la circulation se modifie et le pouls cesse d'être sensible; à peu près en même temps le cerveau perd toutes ses fonctions, et l'animal, étendu dans des positions diverses, immobilisé dans une sorte de coma, est incapable de tout mouvement véritablement spontané; mais il réagit encore si on l'excite et il exécute même alors des mouvements coordonnés de phonation, de marche, de défense. Plus tard, cette excitabilité finit par diminuer, quelquefois assez rapidement; les excitations périphériques ne déterminent plus que des cris incomplets et des mouvements réflexes irréguliers; il faut ensuite appliquer sur le nerf sciatique des courants de plus en plus intenses pour obtenir des mouvements des quatre membres, et les excitations les plus fortes finissent enfin par ne produire que quelques efforts de cris aphones et une contraction réflexe limitée à deux membres, puis à un seul. A ce moment, ou d'autres fois un peu plus tard et quand l'excitabilité réflexe médullaire est devenue complètement nulle, les mouvements respiratoires, depuis longtemps modifiés et ralentis, finissent enfin par s'arrêter, et cet arrêt est suivi bientôt de celui des contractions cardiaques.

» J'ai cherché ce que devenait l'excitabilité corticale pendant la succession de tous ces phénomènes. En la mesurant à l'aide du chariot de du Bois-Reymond, j'ai toujours vu qu'elle restait normale ou à peine diminuée sur des singes déjà refroidis de plusieurs degrés, plongés dans le coma et sans mouvements spontanés; un peu plus tard, quand le pouls était insensible, quand un thermomètre enfoncé dans la pulpe cérébrale marquait 34°,30°, quand l'excision de l'écorce corticale donnait à peine quelques gouttes de sang, les effets de la faradisation corticale persistaient encore, quoique diminués, avec tous leurs caractères. Plus ou moins tardivement, il est vrai, ces phénomènes se modifiaient, la zone sensible à l'électricité se limitait à un plus petit nombre de points, et il était nécessaire de courants plus forts pour déterminer des mouvements moins nombreux et moins compliqués; mais à ce moment déjà l'excitabilité réflexe du sciatique était très diminuée et les mouvements consécutifs cessaient d'être coordonnés ou même se limitaient à deux membres ou à un seul. Quand la paralysie de la moelle est encore plus complète, la faradisation corticale perd enfin toute action; mais à ce moment aussi, ou très peu après, ou un peu auparavant, le bout central du sciatique a cessé d'être excitable, et dans les cas simples tout au moins, au bout de quelques minutes, les mouvements respiratoires et cardiaques finissent par s'arrêter; dans un cas même, j'ai trouvé sur le cerveau d'un singe un point excitable deux minutes après l'arrêt de la respiration spon-

tanée, et dans un autre cas, où j'avais ouvert largement la poitrine d'un singe déjà très paralysé et très refroidi, l'excitabilité corticale a persisté près de dix minutes après cette mutilation et quatre minutes après l'arrêt de toute contraction diaphragmatique.

» Dans ces conditions de paralysie successive des organes nerveux centraux, très différentes de celles de la paralysie brusque réalisée par l'anesthésie, l'asphyxie, etc., la perte de l'excitabilité corticale est donc un phénomène ultime; elle survient longtemps après la suppression complète des fonctions et de la nutrition cérébrale; elle suit la même marche que tous les phénomènes de paralysie médullaire. Tout en tenant compte de cas rares et complexes qui seront étudiés plus tard, les mouvements produits par la faradisation du cerveau semblent varier comme les contractions moins complexes que détermine la faradisation du bout central du sciatique, et il est donc logique de chercher à ces deux ordres de mouvements une origine commune dans les mêmes éléments bulbo-médullaires, qui, seuls, seraient en rapport direct avec les muscles. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Anesthésie locale et générale produite par le bromure d'éthyle.* Note de M. **Terrillon**, présentée par M. Vulpian.

« Le bromure d'éthyle ou éther bromhydrique C^4H^5Br est un liquide incolore, plus lourd que l'eau. Sa densité est de 1,47; il bout à 41° et s'évapore en produisant un froid très sensible. Son odeur éthérée est agréable; ses vapeurs ne sont pas irritantes; elles sont difficilement inflammables. Placé à la surface de la peau, il n'est pas irritant et s'évapore très rapidement. Si l'on pulvérise ce liquide sur un corps chauffé au rouge, il ne s'enflamme pas. Ces différentes propriétés permettent de l'employer pour produire l'anesthésie locale et l'anesthésie générale; voici les principaux résultats des expériences que j'ai pratiquées. Pour toutes ces expériences, le liquide employé avait été préparé par M. Yvon, pharmacien; elles ont été faites avec son concours.

» L'*anesthésie locale* est obtenue en pulvérisant le bromure d'éthyle avec un appareil de Richardson. Cet appareil doit fournir suffisamment de liquide pour humecter la peau. Afin d'augmenter l'évaporation du liquide, M. Collin a ajouté, d'après mes indications, un tube latéral donnant un courant d'air supplémentaire. L'extrémité de l'instrument ne doit pas être maintenue à plus de $0^m,06$ à $0^m,08$ de la peau. Après un temps qui varie

d'une à trois minutes, l'anesthésie est obtenue et rendue évidente par la formation d'une plaque blanche dont l'étendue varie avec la quantité de liquide fournie par le pulvérisateur. On peut hâter la formation de cette plaque en pratiquant sur la peau une piqûre ou une éraillure superficielle. Pendant la pulvérisation, le malade accuse une sensation de froid, quelquefois désagréable, mais peu douloureuse; dans quelques cas, elle est presque nulle. Lorsqu'on cesse la pulvérisation, la plaque blanche disparaît rapidement et est remplacée par une rougeur assez vive, mais passagère.

» Pendant la durée de la plaque blanche, on peut inciser la peau, et souvent même une couche mince de tissu sous-jacent, sans que le malade éprouve de douleur.

» L'anesthésie locale avec le bromure d'éthyle est plus rapide et plus sûre qu'avec les autres liquides ordinairement employés. Mais son principal avantage est de ne pas être inflammable; aussi est-il permis de faire certaines opérations avec le thermo-cautère. Il suffit alors de prendre les précautions suivantes. Avant de commencer à opérer, il est nécessaire d'attendre quelques secondes après la formation de la plaque d'anesthésie, afin que les parties plus profondes soient elles-mêmes anesthésiées. Il ne faut jamais dépasser la plaque blanche. Lorsque les parties qu'on veut sectionner sont épaisses, on peut, après avoir coupé les parties superficielles anesthésiées, interrompre l'opération et obtenir l'anesthésie des parties profondes en continuant la pulvérisation. Le thermo-cautère doit être maintenu à une température assez élevée pour ne pas être éteint par le liquide pulvérisé.

» L'*anesthésie générale* a été obtenue sur les animaux et sur l'homme. Sur les chiens, l'anesthésie est produite avec rapidité si le bromure d'éthyle est donné tout de suite à dose assez forte, le liquide étant versé sur une éponge contenue dans une muselière laissant passer un faible courant d'air. Le pouls est accéléré, ainsi que la respiration; les pupilles se dilatent largement; la conjonctive devient insensible; pendant ce temps, l'animal se débat un peu. La respiration ensuite se ralentit, et la résolution complète survient. En faisant des intermittences légères, on peut facilement prolonger le sommeil; il suffit de surveiller la respiration, qui paraît surtout embarrassée par la salive et les mucosités du pharynx. Si l'on prolonge l'emploi du bromure sans intermittences et en laissant parvenir très peu d'air, l'animal peut mourir au bout d'un quart d'heure environ. On ne voit pas survenir cette syncope rapide que produit si souvent, au moment de la résolution musculaire, l'emploi du chloroforme. Le cochon d'Inde et le lapin s'en-

dorment rapidement sans agitation; sur eux également, la surveillance de la respiration et l'emploi gradué du bromure permettent d'entretenir le sommeil.

» L'*anesthésie générale* a été obtenue par nous chez l'homme dans douze cas. Les résultats ont été à peu près identiques à ceux signalés par Turnbull et Lewis, chirurgiens américains. La durée de l'anesthésie provoquée pour des opérations de nature diverse a varié entre cinq et vingt minutes. Voici la méthode employée : on verse dès le début 5^{gr} à 6^{gr} de bromure sur une compresse pliée en plusieurs doubles et recouvrant complètement toute la figure; on fait respirer largement le malade. Il y a peu de suffocation au début; la respiration est facile, et rapidement, souvent en moins d'une minute, excepté chez certains alcooliques, l'anesthésie est produite.

» La résolution musculaire survient une ou deux minutes après, si l'on continue l'emploi du bromure à dose assez forte. Avant la résolution, on voit se produire une contracture plus ou moins prononcée, mais calme et sans l'agitation violente que donne souvent le chloroforme. On constate le plus ordinairement des phénomènes de congestion de la face et du cou, s'accompagnant ensuite de sueurs plus ou moins abondantes. Les conjonctives sont injectées, les pupilles moyennement dilatées. Le pouls, accéléré, devient quelquefois fin et dur. La respiration devient ronflante, mais régulière. La présence de mucosités pharyngiennes gênant la respiration a constitué le seul phénomène pouvant donner lieu à des inquiétudes, mais il est facile de les enlever. Pour prolonger l'anesthésie, il suffit de faire parvenir une certaine quantité d'air avec les vapeurs de bromure, mais il ne faut pas interrompre longtemps l'administration de l'agent anesthésique; l'élimination du bromure étant très rapide, le réveil se produirait facilement. Le réveil est rapide, ne laissant le plus souvent aucun malaise. Les alcooliques sont assez rebelles au bromure comme aux autres anesthésiques, surtout pour l'anesthésie générale. Des nausées, des vomissements glaireux peuvent survenir pendant l'anesthésie, au moment des intermittences; il suffit, pour les faire cesser, d'augmenter la dose de bromure. Ces vomissements paraissent rares au moment du réveil; ils surviennent quelquefois plusieurs heures après, lorsque le malade a pris quelque aliment.

» D'accord avec les chirurgiens cités plus haut, nous pensons que le bromure d'éthyle est moins dangereux que le chloroforme, puisqu'il ne paraît pas susceptible de produire des accidents rapides et souvent inattendus, tels que l'arrêt brusque de la respiration et du cœur. Les phénomènes d'asphyxie qui pourraient se produire dans certains cas mal sur-

veillés, soit par excès dans l'administration du bromure, soit par l'embarras de la respiration, dû aux mucosités pharyngiennes, peuvent être facilement évités, puisqu'ils viennent progressivement. L'élimination rapide du bromure mettrait à l'abri de ces accidents si l'on enlevait la compresse imbibée de liquide.

» Enfin, le bromure d'éthyle doit être principalement recommandé pour les opérations de peu de durée, ne nécessitant pas une résolution musculaire complète, mais seulement l'anesthésie. La rapidité avec laquelle survient celle-ci, l'absence d'accidents primitifs ou rapides, le réveil complet et non désagréable justifient cette conclusion. Pour les opérations de plus longue durée, l'expérience ultérieure montrera si le bromure d'éthyle est supérieur aux autres anesthésiques. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Des variations de l'urée dans l'empoisonnement par le phosphore*. Note de M. **Thibaut**, présentée par M. Vulpian.

« J'ai choisi comme mode d'administration du phosphore l'injection hypodermique d'huile phosphorée; par cette méthode on peut apprécier, mieux que par toute autre, la quantité de substance réellement absorbée. Je dois noter, en passant, que je n'ai que rarement eu à constater des abcès à la suite des piqûres. Le phosphore était administré à petites doses ($0^{gr},01$ par jour), quelquefois $0^{gr},02$; souvent même, pour prolonger la vie de l'animal, nous ne donnions la dose de phosphore que tous les deux ou trois jours. La quantité de phosphore nécessaire pour amener la mort a varié de $0^{gr},02$ à $0^{gr},07$. Les animaux ont vécu en moyenne sept jours; quelques-uns ont survécu onze jours. On voit donc que dans nos expériences nous avons choisi un empoisonnement lent et non aigu, afin de faire arriver le foie et les reins au dernier état de la dégénérescence graisseuse. Pendant la vie de l'animal, nous avons dosé l'urée dans le sang et dans les urines par le procédé d'Yvon. On recueillait l'urine des vingt-quatre heures. Le sang était tiré de l'artère fémorale et immédiatement analysé. A l'autopsie, nous prenions du foie, du muscle, du cerveau pour y doser l'urée. Outre ces dosages d'urée, nous avons noté la température, l'état histologique du foie et des reins, ainsi que l'état du muscle. L'acide phosphorique des urines a aussi été dosé. Voici un résumé des résultats obtenus, d'après onze expériences, toutes concordantes.

» La quantité d'urée dans les urines suit une courbe descendante

d'abord, puis ascendante, pour diminuer finalement d'une façon considérable. Ainsi, dans une de nos observations, nous trouvons $15^{gr},66$ d'urée par jour au début; on tombe ensuite à $5^{gr},77$, pour remonter à $11^{gr},59$ et retomber ensuite à $0^{gr},20$. A mesure que l'urée diminue dans les urines, elle augmente dans le sang. Ainsi nous voyons, en prenant une de nos observations pour exemple, le sang de l'animal contenir, avant l'injection du phosphore, $0^{gr},225$ d'urée par litre, et à la mort en contenir $2^{gr},20$. Après la mort, nous avons trouvé une dégénérescence graisseuse plus ou moins prononcée du foie, des reins et même des muscles. D'autre part, le dosage de l'urée dans le foie a montré que sa proportion était augmentée. Ainsi le foie, qui contient à l'état normal, à jeun ou en digestion, de $0^{gr},15$ à $0^{gr},38$ environ d'urée pour 1000, peut en contenir, après l'intoxication par le phosphore, jusqu'à $0^{gr},938$ dans certains cas. Les muscles, où la présence de l'urée est douteuse à l'état normal, en renferment jusqu'à $1^{gr},50$ pour 1000. Le cerveau lui-même, où l'on ne rencontre que de petites quantités d'urée, en contient jusqu'à $1^{gr},02$ pour 1000. En présence de ces faits, il m'a semblé qu'on pouvait expliquer par des accidents urémiques la mort dans certains cas d'empoisonnement lent par le phosphore. Tout nous pousse à admettre cette hypothèse : l'abaissement de la température, la similitude des accidents terminaux, tantôt convulsifs, tantôt comateux. Dans certains cas, c'est la diarrhée; dans d'autres, ce sont les vomissements qui dominent la scène. Enfin, conformément aux expériences de MM. Morat et Ortille, nous avons trouvé l'ammoniaque en plus grande quantité dans le liquide intestinal que dans le sang. L'état anatomo-pathologique des reins arrivés au dernier état de la stéatose est un obstacle au fonctionnement régulier de ces organes. Les urines, alors, ne sont plus excrétées qu'en faible proportion; l'urée et tous les composés organiques de l'urine s'accumulent dans l'organisme où nous les retrouvons, et viennent produire les accidents que nous avons constatés avec une gravité proportionnelle à la dégénérescence plus ou moins complète de ces organes. Il importe toutefois que l'on ne se méprenne pas sur notre opinion et qu'on ne la fausse pas en la généralisant outre mesure. Ces phénomènes se rencontrent dans les empoisonnements lents lorsque la stéatose rénale a eu le temps de s'effectuer, c'est-à-dire dans les empoisonnements dits phosphoriques par Lecorché.

» En groupant nos expériences d'une certaine façon, nous nous croyons autorisé à en tirer des conclusions relatives à l'hypothèse qui place dans le foie le foyer principal de la production de l'urée. Nous avons d'abord constaté le peu de différence qu'il y a entre le sang de la veine porte et

celui de la veine sus-hépatique sous le rapport de l'urée contenue dans le sang ($0^{gr},01$ à $0^{gr},02$ au plus). Nous avons vu, en outre, que la quantité d'urée contenue dans le foie est toujours inférieure à celle du sang, soit à l'état normal, soit à l'état toxique. De plus, la diminution de l'urée dans les urines à la suite des empoisonnements lents par le phosphore n'a pas pour cause unique et principale l'altération du foie, car nous avons vu que c'est surtout à l'état des reins qu'il faut l'attribuer. Nous croyons donc pouvoir légitimement conclure que le foie n'est pas l'unique foyer de production de l'urée dans l'organisme, mais que ce corps se produit un peu partout dans l'économie. »

CHIMIE ANIMALE. — *De l'influence de l'engraissement des animaux sur la constitution des graisses formées dans leurs tissus.* Note de M. **A. Muntz.** (Extrait par l'auteur.)

« On sait que la constitution des graisses contenues dans les tissus des animaux varie d'une espèce à l'autre et, dans la même espèce, avec l'âge et les conditions individuelles, qu'elle varie aussi suivant les organes dans lesquels les graisses se sont accumulées. Ces faits ont été établis scientifiquement; nous avons voulu les compléter par l'étude des modifications apportées dans la composition des graisses par l'engraissement.

» Toutes les personnes qui ont été à même d'observer les tissus graisseux d'animaux dont l'engraissement avait été poussé très loin ont pu remarquer qu'ils avaient moins de consistance que chez les animaux plus maigres. Nous avons voulu voir si cette observation concordait avec l'analyse des graisses et jusqu'à quel point elle pouvait présenter le caractère d'une loi physiologique.

» Le concours annuel des animaux gras au palais de l'Industrie nous a fourni l'occasion d'étudier l'influence de l'engraissement sur la nature des graisses qui remplissent les tissus adipeux des animaux. Cette étude nous a été suggérée par M. E. Tisserand. Nous avons employé une méthode d'analyse très simple, mais donnant des indications suffisamment précises pour le but que nous nous proposions; elle consiste à prendre le point de fusion des graisses ou, mieux, le point de fusion des acides gras mis en liberté par la saponification. Ce point de fusion permet, à l'aide des Tableaux dressés par M. Chevreul dans le cours de ses mémorables travaux sur les corps gras, de déterminer les proportions relatives d'acides gras solides et d'acides gras liquides.

» Au point de vue du parti que l'industrie tire des graisses animales, des déterminations de ce genre ont un grand intérêt. La valeur vénale des produits riches en graisses concrètes est notablement plus élevée que celle des produits dans lesquels dominent les graisses liquides; aussi les suifs se vendent-ils au titre exprimé par le point de fusion des acides gras qu'on en retire.

» La constitution des graisses variant dans les diverses parties du corps, nous avons toujours prélevé dans les mêmes organes les échantillons à comparer. La graisse, extraite par la fusion des tissus qui la renfermaient, a été saponifiée par un mélange de lessive de soude et d'alcool, d'après la méthode indiquée par M. Dalican. On a placé un thermomètre gradué en dixièmes de degré dans les acides gras préalablement fondus et chauffés à une température supérieure à leur point de fusion, surveillé la marche descendante du thermomètre pendant le refroidissement et noté la température au moment où elle restait stationnaire, point facile à observer puisque cet arrêt est suivi d'une élévation de température, généralement très appréciable, due à la chaleur latente de solidification. C'est donc réellement le point de solidification qu'on a observé, toujours un peu différent, pour les graisses, du point de fusion, dont la détermination présente, du reste, d'assez grandes difficultés.

» Voici les résultats obtenus avec la graisse des intestins :

Désignation des animaux.	Poids.	Point de fusion des acides gras.	Pour 100. Acide concret.	Acide liquide.
	kg	o		
Bœuf charolais, prix d'honneur.......	940	40,4	38	62
» durham, 1er prix.............	898	39,5	35	65
» » 2e prix..............	940	38,3	32	68
» charolais ordinaire............	750	42,1	42	58
» » maigre..............	650	49,7	77	23
Vache durham, prix d'honneur.......	910	39,0	34	66
» durham-charolaise, 2e prix	796	31,5	20	80
» » maigre.....	375	47,2	61	39
Porc normand, prix d'honneur.......	274	36,5	28	72
» ordinaire............	165	38,3	32	68

» Pour compléter ces données, on a pris un lot de moutons Southdown de même âge, élevés dans les mêmes conditions et d'un poids sensiblement égal. L'un de ces moutons a été abattu immédiatement, trois autres ont été engraissés avec des aliments différents.

» Voici les résultats obtenus pour la graisse des intestins :

Désignation des animaux.	Poids.	Point de fusion des acides gras.	Pour 100. Acide concret.	Acide liquide.
	kg	o		
Mouton avant l'engraissement	49	49,2	74	26
» engraissé au maïs..........	61	46,7	60	40
» » au son....	58	45,9	56	44
» » au tourteau.........	57	46,5	58	42

» Pour la graisse des côtes des mêmes animaux :

Désignation des animaux.	Poids.	Point de fusion des acides gras.	Pour 100. Acide concret.	Acide liquide.
	kg	o		
Mouton avant l'engraissement	49	44,7	52	48
» engraissé au maïs.............	61	40,2	38	62
» » au son.............	58	35,7	26	74
» » au tourteau.........	57	39,5	35	65

» On voit à l'inspection de ces chiffres que, chez les animaux soumis à l'engraissement, la graisse est toujours plus pauvre en corps gras solides. Ces recherches viennent à l'appui de l'opinion adoptée d'après des données empiriques et montrent que cet effet se produit d'une manière constante.

» Au point de vue des applications industrielles, il y a donc lieu d'attribuer, d'une manière générale, une valeur moins grande aux graisses des animaux dont l'engraissement a été poussé très loin. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la fixité de composition des végétaux. Analyses du* Soya hispida *ou pois oléagineux chinois.* Note de M. **H. Pellet**.

« Depuis quelques années, nous avons cherché à montrer que la composition de plusieurs végétaux était beaucoup moins variable que ne le faisaient supposer les analyses qui avaient été publiées.

» D'un autre côté, pour certains végétaux, tels que la betterave, nous avons reconnu que, si des différences existaient dans la composition des substances minérales qu'elle renfermait, ces différences avaient lieu suivant les lois de l'équivalence, c'est-à-dire que, les acides principaux étant fixes, surtout l'acide phosphorique, les bases au contraire pouvaient varier dans de certaines limites, mais que cette variation n'avait pas lieu poids pour poids, mais équivalent par équivalent.

» D'autres végétaux, tels que le blé, ne comportent pas de variations bien grandes. Mais dernièrement nous avons eu l'occasion d'examiner le *Soya hispida* ou pois oléagineux chinois, et nous avons reconnu que cette plante présentait une fixité de composition assez remarquable [1].

» Les échantillons que nous avons analysés ont été mis gracieusement à notre disposition par M. Pailleux, membre de la Société d'acclimatation et qui s'occupe depuis quelques années de la culture et de l'utilisation de ces pois oléagineux pour la fabrication d'un *fromage de pois*. Cette fabrication a été décrite par M. P. Champion, et M. L'Hôte a publié également quelques analyses de ce végétal et du fromage obtenu [2].

» Nos essais ont porté sur trois échantillons, récoltés dans des conditions complètement différentes.

» Le n° 1 provient directement de Chine et a été remis à M. Pailleux par M. le Dr Adrien Sicard.

» Le n° 2 provient de Hongrie (région de Presbourg).

» Le n° 3 enfin a été récolté à Étampes par M. Blavet, président de la Société d'Horticulture de cette ville.

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Eau	9,000	10,160	9,740
Matières grasses	16,400	16,600	14,120
Matières protéiques (azote coagulable $\times 6,25$)	35,500	27,750	31,750
Amidon, dextrine et principes sucrés [3]	3,210	3,210	3,210
Cellulose	11,650	11,650	11,650
Ammoniaque [4]	0,290	0,274	0,304
Acide sulfurique	0,065	0,234	0,141
» phosphorique	1,415	1,554	1,631
Chlore	0,036	0,035	0,037
Potasse	2,187	2,204	2,317
Chaux	0,432	0,316	0,230
Magnésie	0,397	0,315	0,435
Substances insolubles dans les acides	0,052	0,055	0,061
Traces de soude, de fer et substances minérales non dosées	0,077	0,104	0,247
Matières organiques diverses	19,289	25,539	24,127
	100,000	100,000	100,000

(1) *Soya hispida* Mœnch ou *Glycina hispida*. Nom chinois : *Hoangt-eou* ou *Houang-teou*.

(2) Stanislas Julien et P. Champion, *Industries anciennes et modernes de l'empire chinois*, p. 185 et suiv.

(3) Par suite de défaut de substance, ce chiffre, ainsi que celui de la cellulose, représente la moyenne des trois échantillons.

(4) Le chiffre du n° 1 représente la moyenne des nos 2 et 3.

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Azote de l'ammoniaque	0,230	0,225	0,250
Azote coagulable	5,68 (¹)	4,440	5,080
Azote total de l'ammoniaque et des substances coagulables	5,91	4,665	5,33
Azote total dosé directement	5,91	4,720	5,44
D'où traces azote soluble.			
Cendres totales pour 100 de matière normale obtenues par lessivage (+ CO^2)	4,86	4,87	5,15
Substances solubles insolubles dans l'eau bouillante et l'acide acétique	67,10	68,40	65,80

» Malgré les pays différents dans lesquels ces pois ont été récoltés, on voit par l'analyse combien il y a peu de différence dans la composition organique et minérale de ces trois échantillons.

» Les compositions des cendres étaient les suivantes :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Acide carbonique	4,10	1,20	1,00
» phosphorique	29,13	31,92	31,68
» sulfurique	1,37	4,80	2,74
Chlore	0,75	0,75	0,75
Potasse	45,02	45,27	45,02
Chaux	8,92	6,50	4,48
Magnésie	8,19	6,48	8,47
Insolubles	1,10	1,10	1,20
Traces soude, fer, etc.	1,59	2,15	4,83
	100,17	100,17	100,17
A déduire oxygène pour le chlore	0,17	0,17	0,17
	100,00	100,00	100,00

» On voit que la quantité d'acide phosphorique est peu variable, ainsi que la teneur en potasse, qui sont les substances principales formant à elles deux les trois quarts des cendres. Il y a un peu plus de variation pour les alcalis terreux; mais aussi la partie comprenant la soude est un peu plus forte là où les doses de chaux et de magnésie sont inférieures.

(¹) Voyant par les deux autres essais que l'azote coagulable représentait sensiblement l'azote total, moins l'azote ammoniacal, nous avons calculé qu'il devait y avoir environ 5,68 d'azote coagulable. Mais le chiffre 35,5 de substances protéiques, calculé en multipliant par 6,25, est un peu trop élevé, puisqu'il y a de petites quantités d'azote soluble. Le chiffre correspondant aux matières organiques diverses est donc, par suite, un peu faible.

» La quantité d'acide phosphorique, en moyenne, est de 1,53 pour 100 du végétal normal, et la dose d'ammoniaque de 0,29. Or la dose d'ammoniaque nécessaire pour avoir le rapport $\frac{71}{17}$ est de 0,36.

» Il y a donc plus d'ammoniaque qu'il n'en faut pour que la magnésie seulement soit à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. L'acide phosphorique a donc dû pénétrer dans la plante, comme pour le blé, à l'état de phosphate double de potasse et d'ammoniaque. Comme conséquence de cette haute dose d'acide phosphorique, il y a peu d'acide carbonique dans les cendres, et, à ce propos, nous avons reconnu que les sels doubles de soude et d'ammoniaque décomposaient les *carbonates alcalins,* non seulement à l'état normal, mais encore après calcination, c'est-à-dire que le sel de soude calciné laisse un résidu qui, chauffé avec du carbonate de soude, chasse complètement l'acide carbonique. Les carbonates terreux paraissent moins facilement attaquables par les phosphates; c'est pourquoi le n° 1, où la dose de la chaux et de la magnésie est plus élevée, a pu retenir plus d'acide carbonique (¹). »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil respiratoire et circulatoire de quelques larves de Diptères.* Note de M. **H. Viallanes**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Il faut remonter aux travaux de Verloven, de MM. Leidig, Weissmann, Graber et Dareste pour trouver quelques indications sur les états larvaires du vaisseau dorsal des insectes; mais aucun de ces anatomistes n'a observé cet organe à un état de développement aussi peu avancé que celui auquel j'ai pu l'étudier en examinant diverses espèces de larves de Diptères appartenant à la famille des Limnobides et probablement au genre Ctenophora. L'étude de ces larves, faite au Muséum dans le laboratoire de M. Milne Edwards, m'a non seulement permis de fixer quelques points de l'histoire du développement du vaisseau dorsal, mais encore m'a fait connaître une disposition fort curieuse de l'appareil respiratoire, disposition qui, je crois, n'a pas encore été signalée.

» Le vaisseau dorsal d'une jeune larve de Ctenophora est un long tube contractile ouvert seulement à ses deux extrémités. Il prend naissance en

---

(¹) Dans ce travail, nous avons eu l'habile concours de MM. E. Langlois et J. Bierer.

arrière dans le dernier anneau. Cet anneau est renflé à sa partie moyenne, rétréci en avant. Son bord postérieur et supérieur porte deux stigmates d'où partent deux gros troncs trachéens longitudinaux. Presque aussitôt après sa naissance, chacun de ces troncs émet par toute sa surface une multitude de rameaux trachéens plus petits qui se divisent peu et se terminent tous par une extrémité tronquée dans la cavité du dernier anneau; ces trachées sont si nombreuses, qu'elles le remplissent presque tout entier; toutes se dirigent en avant, à l'exception de celles qui naissent le plus en arrière en dedans des troncs trachéens : celles-ci, en effet, se dirigent directement en dedans et s'entrelacent avec leurs congénères. L'extrémité postérieure du vaisseau dorsal est située dans ce dernier anneau, entre les deux troncs trachéens principaux ; cette extrémité, librement ouverte, comme nous l'avons vu plus haut, n'est séparée de la paroi terminale du dernier anneau que par un étroit espace renfermant les rameaux trachéens à direction transversale dont nous avons parlé tout à l'heure et qui ferment l'orifice postérieur du vaisseau dorsal comme par une sorte de grillage. Ainsi le dernier anneau est une cavité pleine de sang et dans laquelle flottent un nombre immense de trachées; le vaisseau dorsal, tube ouvert à son extrémité postérieure, plonge jusque près du fond de cette cavité. Il suffit d'observer la circulation chez l'animal vivant pour comprendre le but physiologique de la disposition que je viens de décrire. Quand l'extrémité postérieure du vaisseau dorsal se contracte, le sang afflue jusqu'au fond du dernier anneau; dans ce trajet, il s'oxyde au contact des innombrables trachées qu'il rencontre. Quand la même extrémité se dilate, le sang qui remplissait le dernier anneau afflue dans son orifice béant. Si quelque globule a échappé à l'action de l'oxygène, il rencontre, à l'entrée du vaisseau dorsal, le treillage trachéen dont nous avons parlé tout à l'heure et qui protége, pour ainsi dire, l'organe central de la circulation contre l'introduction de tout globule non vivifié. Ainsi, chez les animaux qui nous occupent, la fonction respiratoire est localisée dans le dernier anneau et le vaisseau dorsal est un cœur artériel.

» Le vaisseau dorsal, ouvert seulement à ses deux extrémités, s'étend du dernier anneau aux ganglions cérébroïdes, sous la commissure desquels il passe. C'est un tube formé d'une substance contractile parfaitement homogène, renfermant des noyaux fusiformes à direction longitudinale et très également espacés. Ces noyaux sont eux-mêmes contractiles et prennent une forme sphérique au moment de la systole. La paroi contractile du

vaisseau dorsal présente en outre, à la partie tout à fait antérieure, deux renflements latéraux fusiformes contractiles logés dans son épaisseur et qui peuvent s'appliquer l'un contre l'autre pour empêcher le reflux du sang dans le vaisseau dorsal.

» Le vaisseau dorsal, tel que nous venons de le décrire, est plongé, à la partie antérieure du corps, pour ainsi dire à nu, dans le fluide sanguin de la cavité générale. Plus en arrière, il se recouvre d'un revêtement formé d'une seule assise de grosses cellules que je désignerai sous le nom de *cellules péricardiques*. Sur les parties latérales, ces cellules péricardiques se multiplient activement, s'étalent en membrane, émettent des prolongements protoplasmiques et se fixent aux parois du corps. Ainsi se constitue le sinus péricardique primitif. Les orifices latéraux du vaisseau dorsal se constituent alors; leur place est indiquée par un lieu de contraction plus énergique du vaisseau et par l'absence de cellules péricardiques sur les parties latérales. Ils se forment par enfoncement de la paroi propre du cœur; ce sont d'abord de simples trous bordés en dedans d'un bourrelet contractile.

» En résumé, j'ai montré : 1° que le cœur des insectes est d'abord un simple tube, ouvert seulement à ses deux extrémités; 2° que, tant qu'il n'a pas d'orifices latéraux, le cœur est complètement artériel; 3° j'ai indiqué le mode de formation des orifices latéraux et du sinus péricardique. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 MAI 1880.

Ministère de l'Intérieur. Commission de la Carte géologique de la Belgique. Texte explicatif du levé géologique des planchettes d'Hoboken et de Contich; par M. le baron O. VAN ERTBORN, avec la collaboration de M. P. COGELS. *Rapport de* M. CH. DE LA VALLÉE-POUSSIN. Bruxelles, Hayez, 1880; 1 vol. in-8°, avec 3 cartes.

Les nectaires. Etude critique, anatomique et physiologique; par G. BONNIER.

Paris, G. Masson, 1879; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours de Physiologie expérimentale, 1880.)

1877. *Rapport sur les cours d'eau et rivières pour être soumis à l'approbation de MM. les sénateurs et députés; par* M. MINGRET. Mâcon, impr. Romand, 1877; in-8°.

L'Année scientifique et industrielle; par L. FIGUIER. 1879. Paris, Hachette, 1880; 1 vol. in-12.

J.-W.-L. GLAISHER. *On the value of the constant in Legendre's formula for the number of primes inferior to a given number. — On definite integrals involving elliptic functions. — Note on the enumerations of primes of the forms* $4n+1$ *and* $4n+3$. — *Values of the theta and zeta functions for certain values of the argument. — Separate enumerations of primes of the form* $4n+1$ *and of the form* $4n+3$. — *Various papers and notes that have appeared in the* Quarterly Journal of Mathematics *and the* Messenger of Mathematics *during the year* 1879. Cambridge, 1879-1880; 7 broch. in-8°.

Sopra un giudizio del sig. A. Winnecke intorno all' opera le Stelle *del P. Angelo Secchi,* pel P. G.-ST. FERRARI. Roma, tip. delle Scienze mat. e fis., sans date; br. in-8°. (Présenté par M. l'amiral Mouchez.)

Risposta ad una critica del sig. Filippo Kéller intorno alle osservazioni della declinazione magnetica fatte all' osservatorio del Collegio romano negli anni 1875 *e* 1877 *sotto la direzione del P. Angelo Secchi; pel* P. G.-ST. FERRARI. Roma, tipogr. delle Scienze matematiche e fisiche, 1880; in-4°. (Présenté par M. l'amiral Mouchez.)

Statiunca meteorologica din Braila. Observatiuni meteorologice facute in anula 1879 (1 januario 31-decembre); par STEFAN C. HEPITES. Sans lieu ni date; in-4°.

Economia rurale. La Filossera considerata nella economia rurale. Nota di M. E.-G. CANTONI. Milano, tipogr. Bernardoni, 1880; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 MAI 1880.

École pratique des Hautes Etudes. Physiologie expérimentale. Travaux du laboratoire de M. Marey; t. IV, années 1878-1879. Paris, G. Masson, 1880; in-8°.

Traité de Mécanique; par ED. COLLIGNON. Ire Partie : *Cinématique.* 2e édition. Paris, Hachette, 1880; in-8°.

Mémoires de Chirurgie; par le Dr G. NEPVEU. Paris, Delahaye, 1880; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1880.)

De la résection précoce de toute la diaphyse du tibia dans certains cas d'ostéomyélo-périostite diffuse aiguë; par le Dr A. FAUCON. Bruxelles, H. Manceaux, 1880; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

La phthisie dans l'armée; par A. MARVAUD. Paris, J.-B. Baillière, 1880; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le Concours de Statistique, 1880.)

Des matières fertilisantes; par A. PETERMANN. Bruxelles, G. Mayolez, 1880; br. in-8°.

Recueil de Mémoires et observations sur l'Hygiène et la Médecine vétérinaires militaires; 2e série, t. VI. Paris, Dumaine, 1879; in-8°.

Histoire et statistique de l'instruction primaire à Troyes depuis la Révolution jusqu'à nos jours; par A. THÉVENOT. Troyes, L. Lacroix, 1880; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours de Statistique, 1880.)

Science. Sentinelle perdue; par V. GRANGET. Magny-en-Vexin, Bourgeois, 1880; br. in-8°.

Annales de l'Observatoire de Moscou, publiées par le Prof. Dr TH. BREDICHIN; vol. VI, 2e livr. Moscou, A. Lang, 1880; in-4°.

Tracheotomy in laryngeal diphtheria (membranous croup) with especial reference to after-treatment; by R. W. PARKER. London, David Bogue, 1880; in-8°.

Vita e scritti di Carlo Bagnis. Commemorazione, per C. CADORNA. Roma, E. Botta, 1880; in-8°.

Toxemic diseases and their treatment; by W. R. SEVIER. Sans lieu ni date; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 MAI 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Sur les variations séculaires de la figure mathématique de la Terre;* par M. FAYE.

« Les géologues constatent que le sol des continents a été soumis, dans la suite des âges, à une série de soulèvements et d'affaissements successifs; une longue période glaciaire s'est établie à une certaine époque, puis a disparu; les constructions des polypiers témoignent, dans les derniers âges, d'une ascension lente et graduelle du niveau des mers, etc. Ils se tournent vers l'Astronomie pour lui demander la cause de ces phénomènes. Mais cette science ne peut leur offrir, en fait de variations séculaires, que celles de l'obliquité, de l'excentricité et du périhélie de l'orbite terrestre. Quant à l'axe de rotation de la Terre, dont les déplacements supposés sont la dernière ressource de quelques géologues, on en démontre la fixité presque absolue. Reste la radiation du Soleil aux époques géologiques, mais c'est l'inconnu; nous demanderions aux géologues des renseignements à ce sujet plutôt que de leur en donner. Ainsi il n'y a rien à chercher de décisif de ce côté-là.

» Jamais les géologues ne se sont adressés à la Géodésie, sans doute

parce que cette science n'étudie que la figure actuelle du globe terrestre. Pourtant nous allons voir que cette figure porte l'empreinte profonde des âges passés et qu'il y a des âges géodésiques en correspondance avec les âges des géologues. C'est donc vers la Géodésie qu'il faut se tourner.

» Mais je dois d'abord rappeler tout au long une difficulté singulière qui pèse depuis longtemps sur cette science. C'est en l'étudiant que nous trouverons une réponse aux questions précédentes.

» Il y a deux manières de déterminer la figure de la Terre : l'observation du pendule en divers lieux donne l'intensité de la pesanteur; les opérations géodésiques en donnent la direction. Considérons d'abord la direction.

» Elle est localement altérée par le voisinage d'une montagne ou même d'une simple colline. C'est ainsi que Maskelyne a déterminé, par l'attraction du mont Shehallien en Écosse, la densité du globe terrestre. Même opération et même succès par une des collines d'Édimbourg, l'*Arthur-Seat*. Mais lorsqu'il s'agit de plateaux élevés, de massifs montagneux d'une grande puissance, le géodésien est tout surpris (sa surprise dure depuis un siècle) de ne pas trouver de déviations en rapport avec ces énormes masses. De là l'opinion fort répandue, bien qu'un peu naïve, que ces massifs montagneux recouvrent de vastes cavités dont le vide compense l'excédent de matière qu'on voit en saillie au-dessus du niveau de la mer.

» L'autre genre d'observation, celui du pendule, conduit à un résultat analogue encore plus embarrassant. Bouguer et Poisson ont donné la correction qu'il faut retrancher de la pesanteur observée pour tenir compte de l'attraction du continent sur lequel on opère. Mais on a remarqué que cette correction ne fait qu'accroître la discordance des mesures; on la laisse donc de côté, c'est-à-dire qu'on traite les continents comme s'ils n'existaient pas. Rien de plus frappant à cet égard que les dernières observations des Anglais aux Indes. Impossible de découvrir, dans cette longue suite de mesures poussées jusque dans le massif de l'Himalaya, le moindre indice de la présence de ce massif, tandis qu'avec le même instrument on trouverait une différence d'attraction du pied au sommet d'une des pyramides d'Égypte. Mais ce n'est pas assez dire : au lieu de l'excès d'attraction auquel on s'attendait sur les continents, c'est un défaut d'attraction que l'on constate, comme si une immense cavité régnait non pas seulement sous les massifs montagneux, mais sous tout un continent et sous chaque continent.

» Il y a là quelque chose de plus singulier encore. L'Académie se rappelle le grand mouvement qui s'est produit à la fin du dernier siècle et

dans le premier tiers de celui-ci en faveur de l'observation du pendule. Les géomètres, ne pouvant prévoir une déconvenue dans un sujet si géométrique, y avaient poussé de toutes leurs forces. Les Espagnols en chargèrent Malespina; les Anglais envoyèrent plus tard Sabine et Foster, les Russes l'amiral Lütke, l'Académie Freycinet et Duperrey. On a porté le pendule partout, sur les continents, sur les côtes, au milieu des mers, sur des îles ou de simples îlots madréporiques. Mais quand il a fallu réunir, comparer et calculer par la formule de Clairaut les résultats de ces expéditions, on a trouvé que, si la pesanteur sur les continents est trop faible, malgré l'excédent de matière qui y dépasse le niveau des mers, par contre, la pesanteur sur les mers est constamment trop forte, bien qu'il y ait là un déficit évident. M. Saigey, qui aimait assez prendre la Science contemporaine en défaut, a mis la contradiction en pleine lumière, il y a quarante ans, par un simple classement des faits (¹). Il a rangé d'un côté les attractions trop faibles, de l'autre les attractions trop fortes. Sauf deux, toutes les attractions trop fortes avaient été observées en pleine mer; sauf une, toutes les attractions trop faibles l'avaient été sur les continents.

» Ainsi il ne suffisait pas de dire, comme les géodésiens, qu'il y a des cavités sous les continents; il faudrait encore qu'il y eût en pleine mer, sous chaque île, des matériaux d'une densité considérable. Le silence du découragement s'est fait peu à peu sur cette étonnante contradiction et l'embarras des esprits n'a pas médiocrement contribué à arrêter l'essor des entreprises scientifiques de nos marins. Mais, chaque fois qu'en d'autres pays on a repris ces mesures de la pesanteur, la même contradiction a reparu. Elle se représente aujourd'hui avec une force singulière à l'occasion des dernières mesures des Anglais aux Indes : en dépit de l'Himalaya, toutes les attractions sur l'Inde anglaise présentent des écarts négatifs.

» Nous allons étudier cette question dans les admirables mesures géodésiques que nous possédons aujourd'hui. Laissant de côté l'Asie avec ses masses énormes, nous prendrons les arcs mesurés en d'autres parties du monde. En Europe, où ils se trouvent presque tous, il n'y a pas à craindre de déviations considérables. Elles ont été calculées d'avance par M. Saigey, que j'aime à citer ici, pour montrer que ces questions, qu'on n'éludera plus désormais, ont été agitées chez nous il y a quarante ans. Voici les ré-

(¹) *Petite Physique du globe*, t. II, p. 137.

sultats qu'il a obtenus, en ramenant, il est vrai, notre continent à la forme circulaire, afin de faciliter les calculs :

Distance au centre de l'Europe.	Élévation du niveau des mers.	Déviation du fil à plomb.	Distance au centre de l'Europe.	Élévation du niveau des mers.	Déviation du fil à plomb.
°	m	″	°	m	″
0	94	0	9	41	8″,3
1	93	3,7	10	37	7,4
2	90	7,5	11	33	6,5
3	85	11,2	12	30	5,9
4	78	14,0	13	27	5,6
5	70	15,8	14	24	5,4
6	61	15,8	15	21	5,3
7	53	14,0	15.40′	19	5,2
8	46	11,2			

» Si faibles que soient ces déviations, nous n'en retrouverons pas trace dans l'arc russo-suédois, le plus central de tous. En employant cet arc énorme, l'arc anglo-français, dont nous aurons bientôt la continuation en Espagne et en Algérie, les arcs de Prusse, de Danemark et de Hanovre, l'arc de parallèle algérien, qui figure pour la première fois dans ces calculs, l'arc du Pérou et celui de Lacaille au Cap de Bonne-Espérance, refait et étendu considérablement par Maclear, j'ai obtenu, avec la précision extrême que comportent ces données, le demi-grand arc de notre globe. Sa valeur est 3272562^{T}, avec une incertitude de $\pm 44^{T}$. Mais l'aplatissement $\frac{1}{294,5}$ n'en ressort pas avec une grande précision, parce que l'arc du Pérou n'a malheureusement pas une étendue suffisante. Eh bien, si avec ces éléments je calcule l'énorme arc anglo-indien de 1353000^{T}, que j'ai laissé de côté, je trouve qu'il est représenté à 100^{T} près. Ainsi la Terre est, à très peu près, un ellipsoïde de révolution, qu'on la prenne en Europe ou en Afrique, ou qu'on la considère au beau milieu de ce continent asiatique qui la surplombe de si haut. On est donc pleinement autorisé à réunir toutes ces données dans un même calcul, comme l'a fait dernièrement un savant officier anglais qui a pris une grande part aux travaux géodésiques de son pays. M. le colonel Clarke a combiné indistinctement toutes les mesures de l'Hindoustan avec celles que je viens d'énumérer sauf l'arc algérien, et obtenu les résultats suivants [1] :

$$a = 3\,272\,514^{T} \pm 38^{T}, \quad \mu = \frac{1}{293,5 \pm 1,1}.$$

[1] *Geodesy*; by colonel A.-R. Clarke, 1880, p. 319.

» L'accord avec les précédents, où l'Inde ne figure pas, est remarquable. Voici la marche des écarts en latitude, depuis l'extrémité nord de cet arc de 24° qui débute dans les hautes régions de l'Inde pour aboutir au cap Comorin :

Stations.	Écarts en latitude.	Stations.	Écarts en latitude.
Shahpur	− 3″,6	Walwari	+ 4″,5
Khimnana	+ 0,1	Damargidda	+ 1,2
Kaliana	+ 3,7	Darur	+ 4,4
Garinda	+ 1,9	Honur	− 3,7
Khamor	+ 2,0	Bangalore	+ 2,9
Kalianpur	− 1,4	Patchapolliam	− 2,2
Fikri	− 2,9	Kudankulam	− 3,1

» Il est sans doute satisfaisant de trouver, par des calculs décisifs sur des arcs dont l'amplitude totale va à 90°, que la Terre est sensiblement un ellipsoïde de révolution, ce qui permet, par exemple, de discuter les observations du pendule par la formule de Clairaut, ou n'en diffère que par des ondulations très faibles [1]; mais, en même temps, on est profondément frappé de voir que les masses énormes qui dépassent sa surface mathématique sont sans influence sur celle-ci, alors qu'une simple boule de terre de 640^{m} de rayon produirait localement des déviations deux ou trois fois plus fortes. Or, à lui seul et pour ne parler que de lui, le massif de l'Himalaya équivaut à un cylindre de 15 000 pieds anglais de hauteur et de 250 lieues de diamètre; il devrait élever de 600 pieds le niveau de la mer si on l'amenait jusqu'à lui dans des canaux.

» Il y a bien longtemps que cette inactivité de l'Himalaya, qui se présente à nous aujourd'hui d'une double manière si frappante, est connue. Elle a été signalée, pour la première fois, dès que l'arc indien a atteint Kaliana, par le R. Archidiacre de Calcutta, M. Pratt, dans un Mémoire remarqué en Angleterre. L'astronome royal, sir G. Airy, en a même proposé autrefois une explication. Il suppose que ce massif, d'une densité égale à celle des couches superficielles, plonge par sa base, en vertu de son poids, dans les couches encore liquides de l'intérieur dont la densité est plus grande, en sorte que l'excès de son attraction en haut est compensé par le défaut d'attraction du liquide déplacé en bas. Mais cette ingénieuse suggestion ne s'adapterait pas aux phénomènes inverses observés en mer avec

(1) Qu'on étudiera plus tard à l'aide des théorèmes de M. Villarceau.

le pendule. M. Pratt en conclut seulement, sans prétendre assigner une cause physique, que les choses se passent comme s'il y avait sous les continents un défaut de matière, sous les mers un excès, de sorte que chaque colonne verticale aboutissant au centre possédât, dans toute région, le même pouvoir attractif sur un point de la surface.

» C'est la question elle-même qui se trouve ainsi posée; ce n'est pas une solution.

» Voici, je crois, cette solution : *Sous les mers, le refroidissement du globe marche plus vite et plus profondément que sous les continents* ([1]). Au fond des mers, à 4000^m de profondeur, on rencontre une température très basse de 1° ou de $1^\circ,5$. A cette même profondeur, sous un continent, on trouverait $16^\circ + \frac{4000}{33} = 149^\circ$. Ainsi la surface solide de la Terre se présente dans les deux conditions suivantes, fort dissemblables. Sous un continent, la surface de niveau située à une lieue de profondeur est maintenue à 149° par une couche supérieure presque absolument imperméable à la chaleur; si pourtant un flux de chaleur la traverse, il est presque insensible et ne peut contribuer au refroidissement que pour une très petite fraction de degré. Là, la croûte terrestre augmente à peine d'épaisseur dans la suite des âges. Sous la mer, au contraire, la surface située à cette même profondeur d'une lieue est en communication presque immédiate avec le froid de l'espace qui abaisse sa température à 1° au lieu de 150°, et, au lieu d'avoir au-dessus d'elle une couche imperméable au calorique d'une lieue d'épaisseur, elle a une couche d'eau, assurément fort peu conductrice, mais où le moindre flux de chaleur est immédiatement absorbé par le froid polaire La même différence se retrouve encore plus bas, car l'imbibition des couches sur lesquelles pèse la mer pénètre bien plus avant que sous les continents; de là encore un refroidissement plus rapide, non par conductibilité, mais par conduction verticale de l'eau échauffée dans des couches poreuses. Plus les bassins actuels des mers dateront d'une époque ancienne, et plus la croûte qui les supporte sera épaisse par rapport à celle des continents. Enfin les matières poreuses contenant de la vapeur d'eau plus ou moins dissociée seront plus près de la surface sous les continents que sous les mers.

» Si la Terre avait un mode unique de refroidissement, ce qui était tacite-

---

([1]) Laissant de côté les premières couches formées et remaniées sous l'action directe des eaux, j'admets seulement que le refroidissement dans les couches profondes entraîne une contraction et un accroissement de densité.

ment admis jusqu'ici, la croûte solidifiée aurait partout la même épaisseur; le niveau des mers ne varierait que par l'effet d'une imbibition progressive; il n'y aurait pas de continents fortement soulevés au-dessus de la surface d'équilibre des eaux, mais seulement des îles nombreuses, comme cela a eu lieu en effet dans les premiers temps ([1]). L'ellipsoïde de révolution primitif n'aurait pas varié. Mais, comme il y a un double mode, le fond des premières mers s'est épaissi avant la croûte sèche; il a exercé une pression croissante sur le noyau liquide. Cette pression, transmise dans toute la masse fluide, a soulevé les parties faibles de la première croûte, c'est-à-dire les terres non mouillées. Celles-ci se trouvant réunies à peu près autour du pôle nord, le niveau des eaux s'est élevé peu à peu sur notre hémisphère et a baissé au sud. L'ellipsoïde de révolution est devenu un simple sphéroïde. Mais, le refroidissement continuant dans le même sens, les bassins des mers australes ont exercé une attraction de plus en plus forte et y ont rappelé les eaux. Celles-ci se sont donc élevées peu à peu sur l'hémisphère sud, tandis que leur surface de niveau revenait peu à peu à la forme ellipsoïdale, qui se trouve même, je crois, un peu dépassée aujourd'hui.

» Voilà donc trois phases principales par lesquelles a dû passer la figure de la Terre. Il appartient aux géologues d'examiner quelle concordance existe entre ces phénomènes et les grandes époques de la Géologie. Inutile d'ajouter que, pour un lieu donné, il ne suffit plus de considérer ces causes générales de variation du niveau de la mer; il faut alors tenir compte des mouvements de bascule alternatifs de certaines parties de l'écorce terrestre, mouvements déterminés invariablement par l'excès de poids des croûtes maritimes et par les points de moindre résistance au milieu des continents ou au bord des mers. »

CHIMIE. — *Sur les mélanges réfrigérants formés par un acide et un sel hydraté;* par M. **Berthelot**.

« 1. J'ai lu avec beaucoup d'intérêt la Note sur cette question, publiée par M. Ditte dans la dernière séance. Je suis complètement d'accord avec lui relativement à l'interprétation générale du phénomène. J'ai montré en

([1]) Les temps qu'on pourrait nommer *période lunaire*, car c'était alors, sur la Terre, ce qu'on aurait aujourd'hui sur la Lune, sauf la température, si l'on y versait de l'eau.

effet que les mélanges réfrigérants produits par voie chimique sont toujours la conséquence d'une réaction fondamentale, accomplie en vertu du principe du travail maximum (*Essai de Mécanique chimique,* t. II, p. 443 et 444). Dans le cas particulier de la réaction du sulfate de soude hydraté sur l'acide chlorhydrique, le froid produit résulte principalement de la séparation chimique entre le sulfate de soude et son eau de cristallisation et de la liquéfaction de celle-ci (même Ouvrage, p. 451 et 647).

» 2. Le calcul présenté par M. Ditte (*Comptes rendus,* t. XC, p. 1163) montre fort bien, par exemple, que la transformation, par l'acide chlorhydrique dissous, du sulfate de soude hydraté en chlorure de sodium anhydre, acide sulfurique dissous et eau solide, dégage de la chaleur, mais que la liquéfaction immédiate de cette eau produit un froid qui l'emporte sur la chaleur précédente. Il rend raison du résultat final, dans ce cas particulier. Toutefois, je crois ce calcul insuffisant, parce qu'il ne s'applique pas à un certain nombre de cas analogues, et surtout parce qu'il ne tient pas compte du véritable point de départ des réactions, le maximum thermique répondant à la formation du bisulfate de soude, et non à celle de l'acide sulfurique. C'est ce que je vais tâcher d'expliquer par une analyse approfondie des phénomènes.

» 3. Cherchons d'abord le véritable mécanisme qui détermine la séparation de l'eau de cristallisation. Le sulfate de soude hydraté $SO^4Na, 10HO$ possède, comme on sait, une certaine tension de dissociation, c'est-à-dire qu'il doit être envisagé comme renfermant à la fois du sulfate hydraté réel, mêlé avec quelque dose de sulfate anhydre et d'eau libre, le tout formant un système en équilibre. Cela posé, mettons-le en présence d'un corps capable de réagir sur lui, tel que l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique, etc.; ce corps agira d'abord sur la petite dose de sulfate anhydre qui existe dans le système, attendu que cette réaction n'exige pas le travail complémentaire, nécessaire pour séparer l'eau du sulfate hydraté. Mais la disparition de cette petite dose de sulfate anhydre détruit l'équilibre du système initial et détermine la régénération d'une nouvelle proportion de sulfate anhydre, laquelle est attaquée à son tour, et le phénomène se poursuit ainsi jusqu'au bout; comme il arrive toutes les fois que les produits de nouvelle formation ne sont pas de nature à donner lieu à des équilibres spéciaux qui limitent la réaction (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 440 à 444 et p. 452).

» En général, lorsqu'un corps est dissocié, c'est-à-dire partiellement décomposé, c'est l'énergie de ses composants, et non celle du composé lui-même, qu'il convient d'envisager d'abord.

» Ainsi, si l'on opère une réaction chimique sur le sulfate de soude hydraté SO^4Na, $10HO$, son eau se sépare à mesure, à cause de la dissociation, et prendra l'état liquide ; de là résulte une absorption de chaleur, qui peut être supérieure au dégagement produit par la réaction proprement dite. C'est celle-ci qu'il s'agit d'expliquer.

» 4. Examinons donc maintenant la réaction chimique. L'acide chlorhydrique et le sulfate de soude, pris à équivalents égaux, réagissent ; mais ils ne sauraient engendrer simplement du chlorure de sodium et de l'acide sulfurique, car l'acide sulfurique et le chlorure de sodium, pris à équivalents égaux, ne sauraient coexister, soit à l'état séparé de l'eau, soit à l'état dissous, sans donner naissance à du bisulfate de soude et à de l'acide chlorhydrique, composés dont la formation répond au maximum thermique (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 586 à 591, sels anhydres; p. 642 à 647, sels dissous). Nous parlerons seulement ici de ce qui arrive par voie humide. On devrait obtenir du bisulfate de soude et du chlorure de sodium :

$$2SO^4Na + HCl = S^2O^8NaH + NaCl.$$

» S'il n'y avait pas quelque décomposition partielle des produits, l'action s'arrêterait là, et elle demeurerait la même, quel que fût l'excès d'acide chlorhydrique employé.

» La présence du dissolvant introduit de nouveaux phénomènes, parce qu'elle détermine une décomposition partielle du bisulfate de soude en sulfate neutre et acide sulfurique libre, ces trois corps formant avec l'eau un système en équilibre (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 319 à 323). Les lois de cet équilibre dépendent des proportions relatives des quatre composants, suivant les mêmes principes de Statique chimique que j'ai montrés applicables aux éthers, aux sels des acides faibles, etc.

» Il serait très simple, si l'on avait affaire au bisulfate de soude pur ; mais il est rendu plus compliqué par la présence du chlorure de sodium. En effet, l'acide sulfurique, formé aux dépens du bisulfate de soude par l'action de l'eau, agit à son tour sur le chlorure de sodium, contenu dans la même liqueur, pour régénérer quelque dose de bisulfate de soude et d'acide chlorhydrique. Le tout constitue en définitive un système en équilibre, renfermant six composants distincts (eau, acides chlorhydrique et sulfurique, chlorure de sodium, sulfate et bisulfate de soude), lesquels agissent réciproquement les uns sur les autres. J'ai établi l'existence d'un tel équilibre et les règles de ses variations, par de nombreuses expériences (Ouvrage cité, t. II, p. 642 à 647).

» 5. Voilà ce qui se passe lorsque les composants du système demeurent tous dissous, et cet état de choses doit être défini soigneusement, parce qu'il est l'origine de ce qui arrive lorsque l'un d'entre eux vient à s'éliminer, par insolubilité ou volatilité. Alors, en effet, l'équilibre ne pourra subsister. Il en est ainsi lorsqu'on met en présence du sulfate de soude un excès d'acide chlorhydrique aqueux, mais concentré à un degré tel qu'il ne puisse dissoudre le chlorure de sodium. Ce dernier sel est éliminé par insolubilité, et l'équilibre, je le répète, ne peut subsister. Le sulfate neutre, présent dans la liqueur, est attaqué aussitôt par l'excès d'acide chlorhydrique, qui le transforme partiellement en bisulfate, acide sulfurique et chlorure de sodium. Le tout constituerait encore un système en équilibre, si ce second système demeurait entièrement dissous. Mais, en raison de la présence de l'acide chlorhydrique concentré, le chlorure de sodium s'élimine de nouveau par insolubilité.

» Une élimination semblable se reproduit, jusqu'à ce que la transformation du sulfate de soude soit devenue totale, dans le cas d'insolubilité absolue du chlorure. Ce cas extrême, sur lequel M. Ditte appelle à juste titre l'attention, ne pourra cependant se produire, que si l'on emploie un certain excès d'acide chlorhydrique très concentré; de telle façon que cet acide ne rencontre pas plus d'eau qu'il n'est nécessaire pour former un hydrate défini, voisin par sa composition de $HCl + 13$ à $16HO$; hydrate dans lequel l'acide anhydre ne présente plus de tension appréciable de dissociation (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 149 à 154). Un tel terme d'hydratation répond, en effet, d'après mes expériences, à l'insolubilité presque totale du chlorure de sodium [1].

» 6. Ce que je viens de dire ne s'applique pas seulement aux mélanges du sulfate de soude hydraté avec l'acide chlorhydrique, mais aussi avec l'acide azotique et les autres acides; il s'applique également aux mélanges du phosphate de soude hydraté et de tout autre sel hydraté avec les acides, ou les bases, ou les autres sels.

» 7. Dans le cas du phosphate de soude en particulier, l'explication de la réaction chimique est même plus simple; car les phosphates de soude tribasique, bibasique, monobasique sont décomposés d'une façon à peu près complète dans leurs dissolutions par l'acide chlorhydrique étendu, d'après les recherches que nous avons faites avec M. Louguinine (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 653-654). M. Ditte confirme ce résultat,

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 492.

avec cette différence qu'en opérant avec l'acide chlorhydrique concentré il détermine la précipitation consécutive du chlorure de sodium.

» 8. En résumé, les mélanges réfrigérants constitués par des sels hydratés, associés aux acides, aux bases ou à d'autres sels, sont réglés par la théorie suivante : le phénomène anomal que ces mélanges manifestent résulte du concours des énergies chimiques avec des énergies étrangères. Les énergies chimiques agissent conformément au principe du travail maximum, pour déterminer une première réaction exothermique, dont toutes les autres sont la conséquence. Les énergies calorifiques interviennent ensuite en sens inverse pour déterminer une absorption de chaleur, sous la quadruple forme de dissociation (sulfate de soude hydraté), de désagrégation [1] par le dissolvant (équilibre entre le bisulfate de soude et l'eau), de dissolution (laquelle ne joue qu'un rôle intermédiaire dans le cas du sulfate de soude et de l'acide chlorhydrique concentré), enfin de liquéfaction (eau de cristallisation). Telle est, je crois, l'interprétation véritable des phénomènes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des acides sur les alliages du rhodium avec le plomb et le zinc.* Note de M. **H. Debray**.

« Le plomb ne s'allie ni à l'iridium ni au ruthénium. Ces métaux se dissolvent seulement dans ce métal à haute température et y cristallisent par refroidissement, de sorte que, si l'on traite le culot de plomb qui les contient par de l'acide azotique étendu, on les obtient sous forme de poudre cristalline brillante, insoluble dans tous les acides et même dans l'eau régale.

» Le platine et le rhodium, au contraire, se combinent au plomb, avec dégagement de chaleur et de lumière, et peuvent donner avec lui des alliages cristallisés. Dans le cas où le plomb est en grand excès (plus de 5 parties de plomb pour 1 de métal précieux), on obtient un alliage très fusible, facilement attaquable par l'acide azotique étendu, qui laisse un résidu de platine ou de rhodium combiné à une certaine quantité de plomb. Dans le cas du platine, ce résidu est un véritable alliage très divisé qui contient 11 pour 100 de plomb et que l'eau régale dissout avec la plus grande faci-

---

(1) Sur l'énergie de désagrégation et sa signification réelle, voir *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 202, et aussi p. 161.

lité[1]. Pour le rhodium, le résidu est d'une tout autre nature, et son étude offre un intérêt particulier.

» *Action du plomb sur le rhodium.* — En fondant à haute température dans un creuset de charbon 1 partie de rhodium et 2 à 3 parties de plomb, on obtient un culot cristallin ayant la couleur du bismuth. L'acide azotique étendu l'attaque en lui enlevant son excès de plomb et laisse un résidu composé de petits cristaux brillants d'un alliage bien défini ($PbRh^2$) de deux métaux, et d'une matière noirâtre plus légère que l'alliage et que l'on peut en séparer par lévigation ou par l'action de l'eau régale. Ce réactif dissout la matière noire sans altérer l'alliage cristallisé. La proportion de cette matière noire augmente avec la quantité de plomb allié au rhodium : quand le culot de plomb renferme 15 pour 100 de rhodium au plus, elle constitue la totalité du résidu, qui est composé d'aiguilles noirâtres, friables et sans éclat métallique. Au microscope, ces aiguilles ne présentent aucune face plane, mais bien des surfaces rugueuses, corrodées par l'acide au milieu duquel elles se sont déposées. Si l'on élève progressivement la température de cette matière, elle perd d'abord un peu d'eau; puis, vers 400°, elle éprouve une véritable déflagration, avec production de chaleur et de lumière. Cette déflagration est accompagnée d'un dégagement de gaz azote et oxydes d'azote; elle laisse un résidu fixe formé de rhodium et de plomb incomplètement oxydés. La matière noire contient donc du plomb, du rhodium, de l'azote et de l'oxygène, avec un peu d'eau, qu'elle perd vers 200° et reprend à l'air à la température ordinaire.

» L'eau régale un peu concentrée la dissout facilement; il en est de même de l'acide sulfurique concentré et chaud, ce dernier en dégageant de l'acide sulfureux en abondance.

» La composition de ce résidu n'est pas d'ailleurs absolument constante; elle dépend de la richesse en rhodium du culot de plomb et aussi de l'action plus ou moins prolongée de l'acide azotique sur le résidu. On y trouve de 63 à 66 pour 100 de rhodium, de 15 à 20 pour 100 de plomb, de 2 à 3 pour 100 d'eau hygrométrique et le reste, c'est-à-dire de 15 à 17 pour 100 d'oxygène et d'azote[2]. Les analyses faites en vue d'évaluer

---

[1] Nous avons, M. H. Sainte-Claire Deville et moi, fait connaître cette différence d'action du plomb sur le platine et l'iridium dans notre méthode d'analyse du platine iridié, publiée il y a déjà plusieurs années.

[2] On opère l'analyse de la substance en la dissolvant dans l'acide sulfurique concentré après l'avoir desséchée dans le vide à 200°. Toute la matière se dissout à une température

l'azote et l'oxygène montrent que ces deux corps sont à peu près dans la proportion où ils existent dans l'acide azotique. On peut donc exprimer la composition élémentaire de ce corps en disant qu'il contient du rhodium, du plomb et les éléments de l'acide azotique.

» Mais comment convient-il de grouper les éléments de ce corps singulier pour que, en partant d'analogies bien constatées, on puisse se rendre compte de ses propriétés? Nous écarterons tout d'abord la supposition qui en ferait un azotite basique de rhodium et de plomb. La matière ne contient pas assez d'oxygène pour l'oxydation du rhodium, du plomb et de l'azote; aussi le produit de sa décomposition n'est-il pas de l'acide azoteux et un mélange d'oxydes. La potasse, qui enlèverait à un azotite métallique basique son acide, n'a aucune action sur lui. Enfin la destruction d'un sel métallique ne produit pas généralement de dégagement de chaleur; ordinairement elle en absorbe.

» On pourrait peut-être assimiler cette matière aux composés nitrés de la Chimie organique, dans lesquels de l'hydrogène est remplacé par une quantité équivalente d'acide hypoazotique, et qui font explosion quand on les porte à une température convenable. Toutefois, rien dans les faits connus ne démontre la possibilité du remplacement du rhodium ou du plomb par l'acide hypoazotique. D'ailleurs, en étudiant de plus près les divers résidus que le zinc allié à une petite quantité des métaux de la famille du platine laisse quand on le traite par l'acide chlorhydrique, on trouve des faits simples, manifestement analogues au précédent et dont l'interprétation ne nécessite pas une telle hypothèse.

---

inférieure à celle de l'ébullition de l'acide, avec dégagement d'acide sulfureux. La liqueur refroidie est étendue de beaucoup d'eau, et, en la maintenant durant cinq à six heures à la température de 100°, le plomb se précipite tout entier à l'état de sulfate facile à laver. On en déduit le poids du plomb.

La liqueur, filtrée, est évaporée avec précaution, d'abord dans un grand vase, puis, quand la majeure partie de l'acide sulfurique est chassée, dans une petite capsule tarée que l'on chauffe jusqu'au rouge sombre dans une capsule plus grande, pour constater qu'il n'y a pas eu de projection. Le sulfate de rhodium se décompose partiellement. Cela fait, on calcine au rouge la matière sèche et on réduit l'oxyde de rhodium ainsi obtenu dans le gaz de l'éclairage. Cette méthode est assez délicate, mais elle est plus rapide que celle qui consiste à précipiter le rhodium par l'acide formique après avoir saturé par l'acétate d'ammoniaque.

On dose l'azote à l'état gazeux comme dans les matières organiques nitrées, en mélangeant préalablement la matière avec 15 à 20 parties de cuivre en poudre, pour modérer la déflagration.

» Le résidu laissé par le zinc chargé de platine est un alliage ordinaire de platine et de zinc; mais ceux qui proviennent du zinc chargé de rhodium, d'iridium et de ruthénium doivent être envisagés comme des modifications isomériques des véritables alliages, susceptibles de se transformer par une simple élévation de température en alliage ordinaire, avec un dégagement considérable de chaleur et de lumière; c'est-à-dire que, si nous prenons le résidu noirâtre donné par le zinc rhodifère dans l'acide chlorhydrique concentré et bouillant, nous trouvons qu'il retient toujours environ 20 pour 100 de zinc pour 80 de rhodium et que, chauffé dans le vide, il déflagre avec vivacité vers 400°, sans dégagement appréciable de gaz. Le produit de la déflagration a pris alors l'aspect métallique, qu'il ne possédait pas primitivement, et il est en outre devenu à peu près insoluble dans l'eau régale, où le résidu non déflagré se dissout avec une extrême facilité. Les mêmes phénomènes se reproduisent avec les résidus que donne le zinc contenant un peu d'iridium et de ruthénium.

» Il y a donc, pour plusieurs métaux de la famille du platine, et en particulier pour le rhodium, des alliages avec le zinc qui peuvent exister à deux états isomériques, sous lesquels ils présentent des réactions chimiques bien différentes. Comme cela a lieu dans tous les cas analogues d'isomérie, c'est la modification renfermant la plus grande quantité de chaleur latente qui est la plus altérable.

» L'action de l'acide azotique sur ces résidus est particulièrement intéressante. Cet acide les attaque difficilement, c'est-à-dire que, mis en contact du résidu de rhodium contenant 20 pour 100 de zinc, par exemple, il dissout peu de zinc et de rhodium; mais une notable proportion d'acide se fixe sur le résidu, qui devient alors plus explosif quand on le porte à la température à laquelle le changement isomérique de la matière primitive a lieu. Ces mêmes produits, chargés d'acide azotique, prennent aussi naissance, comme on pouvait s'y attendre d'après ce qui précède, quand on traite le zinc chargé de rhodium et d'iridium par l'acide azotique. Dans ce cas, l'explosion est accompagnée d'un dégagement de gaz contenant de l'azote et des produits oxygénés de l'azote. Le résidu de la déflagration est composé de métal précieux et de zinc incomplètement oxydés.

» Il est manifeste qu'il y a la plus grande analogie entre ces composés nitrés et celui que nous a donné le rhodium; on peut donc dire de celui-ci qu'il est essentiellement formé par un alliage explosif de rhodium et de plomb, qui, à raison sans doute de sa grande porosité, a absorbé une notable quantité d'acide azotique, par un de ces phénomènes d'*affinité capillaire*

dont notre illustre confrère M. Chevreul a montré l'extrême fréquence en Chimie.

» Dans une prochaine Note, je montrerai l'application que l'on peut faire des singulières propriétés du composé de rhodium et de plomb pour l'extraction rapide et économique du rhodium métallique contenu dans les résidus de la préparation du platine, et je ferai connaître quelques nouveaux faits relatifs à l'histoire de ce métal. »

ART DES CONSTRUCTIONS. — *Détermination de l'emplacement d'un pont à établir sur le Danube, près de Silistrie.* Note de M. **Léon Lalanne.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, au nom de M. le Ministre des Affaires étrangères, Président du Conseil, un Recueil de documents diplomatiques qui forme un des Livres jaunes actuellement en cours de distribution aux Membres du Parlement, sous le titre : *Commission technique européenne formée en vertu d'un accord intervenu entre les puissances signataires du traité de Berlin.*

» Les opérations de cette Commission ont été motivées par une des questions les plus intéressantes que puisse actuellement avoir à résoudre l'art de l'ingénieur : le choix du meilleur emplacement pour l'établissement d'un pont sur le Danube, dans le voisinage et à l'Est de Silistrie, ouvrage dont l'exécution exigera toutes les ressources de l'art moderne. Les considérations historiques et techniques qui se rattachent à ce difficile problème expliquent et justifient l'hommage que le Président de la Commission internationale réunie à Silistrie le 27 octobre dernier a été autorisé à faire à l'Académie dont il a l'honneur d'être Membre. Dans le Rapport qui termine le Recueil, j'ai dû entrer dans des détails qui rendent à la France des titres trop peu connus dans l'histoire des progrès de l'art des constructions ; les noms de Papin et de Triger ont été rétablis au premier rang, en ce qui concerne l'exécution si importante des fondations à de très grandes profondeurs, sans parler de ceux qui, comme Coulomb et notre confrère M. de la Gournerie, ont su tirer un si bon parti de l'idée première de Papin pour les ouvrages à opérer sous une nappe d'eau peu épaisse. Il serait difficile de méconnaître que des considérations stratégiques et politiques viennent compliquer la question purement technique, puisque, aux termes du traité de Berlin, la frontière séparative de l'État roumain et de la nouvelle principauté de Bulgarie, sur la rive droite du Danube, dépend de l'emplacement qui sera adopté pour le pont. Or, le tracé de cette frontière assurera à

l'une ou à l'autre des deux principautés la possession de la colline qui, lors du siége de Silistrie en 1854, couverte à la hâte de quelques ouvrages de campagne, et défendue par le contingent égyptien, acquit une si grande célébrité sous le nom d'*Arab-Tabia*. On conçoit donc que, d'un côté la Bulgarie à laquelle le Traité de Berlin a laissé la ville de Silistrie, et que de l'autre la Roumanie qui va s'étendre sur les deux rives du fleuve, tiennent beaucoup à posséder cette formidable position. La Commission européenne n'a pas eu à s'occuper de ce dernier ordre d'idées, qui n'est pas néanmoins de nature à amoindrir l'importance du problème à résoudre. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. **Guyot** adresse deux Notes : « Sur les équations d'ordre composé » et « Sur le polynôme Θ_{2m} », destinées à compléter le Mémoire qu'il a soumis au jugement de l'Académie.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Moura** adresse, pour le Concours du prix de Physiologie expérimentale (fondation Montyon), un Mémoire, en trois Parties, portant pour titre « Statistique millimétrique des diverses parties de l'organe de la voix ».

(Renvoi à la Commission.)

M. L. **Deligny** adresse, pour le Concours du prix de Statistique (fondation Montyon), un Mémoire, intitulé « Étude statistique et hygiénique des communes rurales des deux cantons de Toul ».

(Renvoi à la Commission.)

M. **Fromentin** adresse, pour le Concours du prix de Mécanique (fondation Montyon), plusieurs documents relatifs à un appareil qu'il appelle « alimentateur semi-automoteur à niveau constant pour machines à vapeur ».

(Renvoi à la Commission.)

Un **Auteur** adresse, pour le concours du prix Gay, un Mémoire portant pour épigraphe « Le travail est la seule ressource qui soit donnée... ». Ce Mémoire a pour titre « Oscillations du sol depuis Dunkerque jusqu'à la Bidassoa ».

(Renvoi à la Commission.)

Un **Auteur**, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, adresse, pour le Concours du prix Dusgate, un Mémoire, en deux fascicules, intitulé « Sur la détermination de la mort réelle par le caustique de Vienne ».

(Renvoi à la Commission.)

M. **Latapie** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de la Lettre suivante, qui lui a été adressée par M. Dubrunfaut :

« Monsieur,

» Je possède dans ma collection d'autographes beaucoup de pièces (Lettres, Mémoires et Rapports) qui ont appartenu aux archives de l'Académie. Si ces pièces étaient utiles pour reconstituer les archives, je les mettrais volontiers à sa disposition.

» Pour asseoir votre opinion sur la valeur de ces documents, je vous en remets ci-joint un certain nombre.

» J'y ajoute une Lettre de Descartes au P. Mersenne, qui a dû faire partie du lot de soixante-cinq Lettres dérobé par Libri. »

» L'Académie accepte avec reconnaissance l'offre de M. Dubrunfaut et décide que des remercîments lui seront adressés. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur des transcendantes qui jouent un rôle fondamental dans la théorie des perturbations planétaires.* Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Tisserand.

« On passe du cas dans lequel s est inférieur à l'unité (1) au cas général en considérant l'intégrale définie

$$A\alpha^m \int_0^1 (1-\alpha^2 r)^s r^{m+s'-1} (1-r)^{-s'} dr,$$

où, s recevant la valeur générale, s' est, comme plus haut, supposé inférieur

(1) Voir ce Volume, p. 1154.

à l'unité: c'est l'excès de s sur le plus grand entier e contenu dans s. A est un coefficient numérique qui sera choisi dans un instant.

» Cela posé, le terme en α^{m+2i} de $b_s^{(m)}$, savoir

$$2\frac{s(s+1)\dots(s+i-1)}{1.2\dots i}\frac{s(s+1)\dots(s+m+i-1)}{1.2\dots(m+i)}\alpha^{m+2i},$$

peut être déduit du terme correspondant dans l'expression ci-dessous,

$$A\frac{s(s+1)\dots(s+i-1)}{1.2\dots i}\frac{\Gamma(m+s'+i)\Gamma(1-s')}{\Gamma(m+i+1)},$$

en multipliant par le facteur

$$\frac{2}{A}\frac{(s+m+i-1)(s+m+i-2)\dots(s'+m+i)}{\Gamma(1-s')\Gamma(s)}.$$

» Dans cette fraction, le numérateur, multiplié par 2e, peut être censé formé par une combinaison linéaire des factorielles introduites par les dérivations successives relatives à α jusqu'à l'ordre e inclus, de sorte qu'il suffira, pour obtenir $b_s^{(m)}$, de poser

$$A=\frac{2}{2^e\Gamma(1-s')\Gamma(s)},$$

de prendre la dérivée d'ordre e de l'expression ci-dessus, augmentée d'une combinaison linéaire des dérivées d'ordre inférieur, et de multiplier par α^e.

» Tout se réduit, comme dans le cas traité d'abord, à évaluer la dérivée d'ordre n de

$$s(s+1)\dots(s+e-1)\,2A\,2^{-s}\int_0^1\frac{r^{m+2s'-1}(1-r^2)^{-s'}}{(1-\alpha r)^{s+e}}dr,$$

n étant un grand nombre.

» On multiplie par $\frac{x^n}{1.2\dots n}$, et l'on met au numérateur et au dénominateur le facteur $(1-\alpha)^n$; il vient, pour la valeur approchée de $\frac{x^n}{1.2\dots n}\frac{d^n b_s^{(m)}}{d\alpha^n}$,

$$\frac{s(s+1)\dots(s+e+n-1)}{1.2\dots n}2.2^{-s}A\left(\frac{x}{1-\alpha}\right)\int_0^1\frac{r^{m+2s'-1}(1-r^2)^{-s'}}{(1-\alpha r)^{s+e}}\left(\frac{r-r\alpha}{1-\alpha}\right)^n dr.$$

» L'intégrale ayant pour valeur approchée, d'après ce qui précède,

$$\frac{n^{s'-1}2^{-s'}}{(1-\alpha)^{s+e}}\int_0^\infty e^{-\frac{u}{1-\alpha}}u^{-s'}du$$

ou

$$\frac{n^{s'-1}2^{-s'}}{(1-\alpha)^{2s-1}}\Gamma(1-s'),$$

on obtient l'équation approchée

$$\frac{\alpha^n}{1.2\ldots n}\frac{d^n b_s^{(m)}}{d\alpha^n}=\frac{s(s+1)\ldots(s+e+n-1)}{1.2\ldots n}\frac{4^{1-s}}{\Gamma(s)}\frac{n^{s'-1}}{(1-\alpha)^{2s-1}}\left(\frac{x}{1-\alpha}\right).$$

Il paraît inutile de remplacer le premier facteur par sa valeur approchée.

» On remarquera encore que le nombre m n'intervient pas dans le résultat : c'est une circonstance qui peut être prévue. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème général dans la théorie des covariants.* Note de M. **Faa de Bruno**, présentée par M. Hermite.

« Posons

$$\delta=a_0\frac{d}{da_1}+2a\frac{d}{da^2}+\ldots,$$

et soit

$$f(x,y)=(a_0,a_1,\ldots,a_n)(x,y)^n$$

la forme donnée.

» *Tout covariant est une fonction entière symbolique de δ appliquée au dernier terme a_n.*

» Soit, en effet, le covariant

$$\varphi=(C_0,C_1,\ldots,C_m)(x,y)^m.$$

On sait (voir notre *Théorie des formes binaires*, p. 188) que l'on a les équations suivantes :

$$\delta C_0=0,\quad \delta C_1=C_0,\quad \delta C_2=2C_1,\quad \ldots,\quad \delta C_m=mC_m.$$

Par conséquent, le covariant peut être mis sous cette forme nouvelle

$$\varphi=C_m+\frac{\delta x}{1}C_m+\frac{\delta^2x^2}{1.2}C_m+\frac{\delta^3x^3}{1.2.3}C_m+\ldots+\frac{\delta^m x^m}{1.2.3.m}C_m$$

ou bien

$$\varphi=e^{\delta x}C_m.$$

Or j'ai démontré, pour la première fois (¹), ce théorème général (voir

(¹) M. Sylvester l'a reconnu dans son excellent *Journal de Mathématiques* (Baltimore), t. XI, 1879, p. 351.

même Ouvrage, p. 311) que, si l'on a une fonction

$$\Psi = \psi(A_0, A_1, \ldots, A_1),$$

où

$$A_0 = a_0, \quad A_1 = a_1 + a_0 x, \quad A_2 = a_2 + 2a_1 x + a_0 x^2, \quad \ldots,$$
$$A_i = a_i + i a_{i-1} x + \ldots + a_0 x^i,$$

on a

$$\Psi = \psi(a_0, a_1, \ldots, a_i) + \left(x\delta + \frac{x^2}{1.2}\delta^2 + \ldots + \frac{x^i}{1.2\ldots n}\delta^i + \ldots\right)\psi(a_0, a_1, \ldots, a_i)$$

ou bien

$$\Psi = e^{\delta x}\psi(a_0, a_i, \ldots, a_i).$$

» Il s'ensuit réciproquement ce théorème général, que le covariant φ n'est que le *développement par rapport à x de C_m, où à la place de a_0, a_1, ..., a_n on mettra les susdites valeurs $A_0, A_1, \ldots, A_n$.*

» Par exemple, le covariant quadratique de la cubique n'est que le développement de $A_1 A_3 - A_2^2$, de sorte que

$$(a_0 a_2 - a_1^2)x^2 + (a_0 a_3 - a_1 a_2)x + a_1 a_3 - a_2^2$$
$$= (a_1 + a_0 x)(a_3 + 3a_2 x + 3a_1 x^2 + a_0 x^3) - (a_2 + 2a_1 x + a_0 x^2)^2,$$

comme il est aisé de le vérifier.

» Mais nous avons fait voir aussi dans notre Ouvrage (p. 130) que toute forme A_i peut se mettre sous la forme

$$A_i = e^{\delta i} a_i,$$

et, comme $A_i - 1 = e^{\delta i} a_i - 1$, et que $\delta a_i = i a_{i-1}$, il s'ensuit que

$$A_i - 1 = \frac{1}{i}\delta A_i, \quad A_i - 2 = \frac{1}{i(i-1)}\delta^2 A_i, \quad \ldots.$$

» Par conséquent, comme φ peut être censé une fonction de C_m, où les a sont transformés en A, et que tous les A_1, comme on vient de le voir, sont des fonctions δ de A_n, on en déduit que tout covariant peut être transformé en une fonction entière de δ appliquée à a_n, car à son tour $A_n = e^{\delta} a_n$. Ainsi le covariant quadratique susdit peut être écrit comme il suit :

$$\frac{1}{6} e^{\delta x} a_3 e^{\delta x} \delta^2 a_3 - \frac{1}{9}(e^{\delta x}\delta a_3)^2.$$

» Par conséquent, tous les covariants d'une forme peuvent être réduits à des fonctions d'un seul paramètre, qui sera le dernier terme de la forme.

» En changeant x en y, a_i en a_{n-i}, on aurait une proposition réciproque.

» Posons enfin

$$C_m = \theta(a_0, a_1, \ldots, a_n);$$

il viendra

$$C_m = \theta(e^{\delta}a_0, e^{\delta}a_1, \ldots, e^{\delta}a_n),$$

et, puisque $\varphi = e^{\delta x}C_m$, nous aurons cette relation remarquable

$$e^{\delta x}\theta(a_0, a_1, \ldots, a_n) = \theta(e^{\delta}a_0, e^{\delta}a_1, \ldots, e^{\delta}a_n). \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des nombres complexes idéaux*. Note de M. R. **Dedekind**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Je prends la liberté de vous communiquer la remarque suivante sur les théorèmes signalés par M. Sylvester dans les *Comptes rendus* des 16 et 23 février, lesquels se rapportent à quelques congruences ressortant de la théorie de la division du cercle. Comme toute la théorie des congruences est entièrement contenue dans celle des *idéaux*, les théorèmes de M. Sylvester ne sont que des conséquences très spéciales d'un seul théorème, par lequel sont définis tous les idéaux qui se rencontrent dans la théorie des nombres, composés rationnellement de racines de l'unité. Ce théorème, comme je l'ai déjà fait remarquer dans le § 27 de mon Mémoire *Sur la théorie des nombres entiers algébriques* (Paris, 1877, p. 109), se déduit facilement des résultats obtenus par M. Kummer, à l'aide de certains principes généraux dont l'exposition complète dépasserait les bornes de cette Communication; pour le moment, il suffira d'énoncer le théorème en question.

» Soit θ une racine primitive de l'équation $\theta^m = 1$; l'ensemble K_m de tous les nombres $\eta = F(\theta)$ qui se déduisent de θ par les opérations rationnelles de l'Arithmétique constitue ce que j'appelle un *corps* de nombres; la théorie des idéaux de ce corps cyclotomique K_m, dont le *degré* est égal à $\varphi(m)$, a été établie par M. Kummer (*Mémoires de l'Académie de Berlin*, 1856). Prenons maintenant un nombre déterminé $\eta = F(\theta)$, et cherchons le degré n de l'équation irréductible $\psi(\eta) = 0$, dont η est la racine; pour cela, il faut considérer le système de tous les nombres entiers rationnels qui sont premiers avec m et incongrus suivant m; parmi ces nombres, dont le nombre est égal à $\varphi(m)$, il y a un système (h), comprenant tous les exposants h, qui satisfont à la condition $F(\theta^h) = F(\theta)$ et qui forment un *groupe*, c'est-à-dire que le produit de deux quelconques d'entre eux se trouve dans le même système (h); le nombre de ces exposants h est $\frac{\varphi(m)}{n}$.

» L'ensemble de tous les nombres $\omega = f(\eta)$, composés rationnellement de η, constitue un corps cyclotomique Ω de degré n, lequel est un *diviseur* du corps K_m. Réciproquement, si Ω est un corps dont tous les nombres sont contenus dans le corps K_m, il existe toujours des nombres η qui engendrent le corps Ω de la manière indiquée ci-dessus. Le corps Ω est complètement déterminé par le groupe (h), et à chaque groupe (h) correspond un corps Ω.

» Après avoir rappelé ces principes bien connus de la théorie de la division du cercle, je vais maintenant proposer le théorème général sur les idéaux d'un tel corps cyclotomique Ω. En me servant des notations dont j'ai fait usage dans le Mémoire cité plus haut, je désigne par $\mathfrak{o}$ l'idéal principal consistant en tous les nombres *entiers* contenus dans le corps Ω. Soit p un nombre premier quelconque (rationnel, positif); on peut poser $m = m'p'$, où p' désigne la plus haute puissance de p, laquelle divise le nombre m; soit en outre $\frac{\varphi(p')}{g}$ le nombre de tous ceux, parmi les nombres h contenus dans le groupe (h), qui sont égaux à $1 \pmod{m'}$, et soit f le plus petit exposant positif qui satisfasse à la condition que p^f soit congru, suivant le module m', à l'un des nombres h du groupe (h); alors le degré n du corps Ω sera divisible par le produit fg, et, si l'on pose $n = efg$, on aura la décomposition

$$\mathfrak{o}p = (\mathfrak{y}_1 \mathfrak{y}_2 \ldots \mathfrak{y}_e)^g,$$

où les e idéaux premiers $\mathfrak{y}$ sont différents entre eux; le *degré* de ces idéaux est égal à f, c'est-à-dire que leur *norme* est donnée par l'équation

$$N(\mathfrak{y}) = p^f.$$

» Ce théorème général revient à celui de M. Kummer pour le cas $n = \varphi(m)$.

» Dans un Mémoire sur la dépendance entre la théorie des congruences et celle des idéaux (Göttingue, 1878), j'ai démontré que les équations irréductibles de degré n auxquelles satisfont les nombres entiers d'un corps quelconque Ω de degré n, prises par rapport à un module premier p, se résolvent en facteurs irréductibles, dont les degrés coïncident, en général, avec les degrés des idéaux premiers $\mathfrak{y}$ qui divisent le nombre p. Par suite, la condition pour que ces congruences aient des racines *commensurables* consiste dans l'existence d'un tel idéal $\mathfrak{y}$ dont le degré soit égal à 1. En faisant l'application de ce fait à notre exemple, où il

s'agit des équations $\psi(\eta)=0$ de la division du cercle, on voit bien que les racines x de la congruence cyclotomique $\psi(x)\equiv 0 \pmod{p}$ ne seront commensurables que dans le cas $f=1$, c'est-à-dire dans le cas que p soit congru, suivant le module m', à l'un des nombres h du groupe (h). Pour descendre finalement de la théorie générale aux théorèmes de M. Sylvester, il suffit d'observer que le corps Ω du degré $\frac{1}{2}\varphi(m)$, qui provient du nombre $\eta=\theta+\theta^{-1}$, correspond au groupe (h) des deux nombres $h\equiv\pm 1 \pmod{m}$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Intégration de certaines équations différentielles à l'aide des fonctions* Θ. Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« Le théorème de Riemann sur les zéros des fonctions Θ de plusieurs variables ([1]) conduit aux conséquences suivantes, qui me semblent dignes d'être remarquées.

» I. Soit d'abord

$$f(x)=(a_1x+b_1)(a_2x+b_2)(a_3x+b_3)(a_4x+b_4)(a_5x+b_5)$$

un polynôme en x du cinquième degré, et soient

$$(1)\qquad u_1(t)=\int_{t_0}^{t}\frac{\alpha t+\beta}{\sqrt{f(t)}}\,dt,\quad u_2(t)=\int_{t_0}^{t}\frac{\alpha' t+\beta'}{\sqrt{f(t)}}\,dt$$

les deux intégrales abéliennes normales de première espèce correspondant à l'équation algébrique

$$y^2-f(x)=0.$$

» Considérons une des fonctions $\Theta(x,y)$ formée avec les périodes normales des intégrales (1). D'après le théorème de Riemann, la fonction $\Theta(x,y)$ s'annule identiquement pour les valeurs de x et y données par les formules

$$(2)\qquad x=u_1(t)-C_1,\quad y=u_2(t)-C_2,$$

C_1 et C_2 étant deux constantes convenablement déterminées et t un para-

---

([1]) *Œuvres de Riemann*, p. 198. — *Théorie des fonctions abéliennes* de M. Briot, p. 145.

mètre variable. Or, si l'on différentie les équations (2), on en tire d'abord

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\alpha' t + \beta'}{\alpha t + \beta}, \quad t = \frac{\beta' - \beta \frac{dy}{dx}}{\alpha \frac{dy}{dx} - \alpha'};$$

puis, remplaçant t par cette expression dans l'équation

$$dx = \frac{\alpha t + \beta}{\sqrt{f(t)}} dt,$$

on arrive à l'équation différentielle du deuxième ordre

$$(3) \quad \begin{cases} (dx\, d^2y - dy\, d^2x)(\alpha\beta' - \beta\alpha')^2 \\ = \sqrt{(\alpha dy - \alpha' dx)(\lambda_1 dy - \mu_1 dx)(\lambda_2 dy - \mu_2 dx)\ldots(\lambda_5 dy - \mu_5 dx)}, \end{cases}$$

où l'on a posé

$$\lambda_n = \alpha b_n - \beta a_n, \quad \mu_n = \alpha' b_n - \beta' a_n \quad (n = 1, 2, 3, 4, 5).$$

» On conclut de là que *l'intégrale générale de l'équation différentielle* (3) *est*

$$(4) \qquad \Theta(x + A, y + B) = 0,$$

A et B étant deux constantes arbitraires.

» On peut remarquer que l'équation (3) donne l'expression de la courbure en un point de la courbe (4) en fonction de l'angle que fait la tangente en ce point avec un axe fixe.

» II. Pour étendre la proposition précédente à des fonctions Θ d'un nombre quelconque de variables, considérons une équation algébrique

$$F(x, y) = 0$$

représentant une courbe de genre p, et soient

$$(5) \qquad u_i(x, y) = \int_{x_0, y_0}^{x, y} \frac{Q_i(x, y)}{F'_y(x, y)} dx \quad (i = 1, 2, \ldots, p)$$

les p intégrales abéliennes normales de première espèce correspondantes; soit en outre

$$\Theta(z_1, z_2, \ldots, z_p)$$

une des fonctions Θ formée avec les périodes normales des intégrales (5). D'après le théorème de Riemann, cette fonction Θ s'annule identiquement

pour les valeurs de $z_1, z_2, \ldots, z_p$ données par les formules

$$(6)\quad z_i = u_i(x_1, y_1) + u_i(x_2, y_2) + \ldots + u_i(x_{p-1}, y_{p-1}) - C_i \quad (i = 1, 2, \ldots, p),$$

les C étant des constantes convenablement déterminées et $x_1, x_2, \ldots, x_{p-1}$ des paramètres variables.

» Les équations (6) définissent l'une des variables, z_1 par exemple, comme fonction des autres. A l'aide de ces équations, on pourra exprimer les séries partielles du premier ordre

$$\frac{\partial z_1}{\partial z_2}, \frac{\partial z_1}{\partial z_3}, \ldots, \frac{\partial z_1}{\partial z_p}$$

en fonction algébrique de $x_1, x_2, \ldots, x_{p-1}$. Ces expressions une fois formées, on en déduira les expressions des $\frac{p(p-1)}{2}$ dérivées partielles du deuxième ordre

$$\frac{\partial^2 z_1}{\partial z_2^2}, \frac{\partial^2 z_1}{\partial z_2 \partial z_3}, \ldots$$

en fonction algébrique des mêmes paramètres $x_1, x_2, \ldots, x_{p-1}$, et, par l'élimination de ces paramètres, on obtiendra $\frac{p(p-1)}{2}$ équations aux dérivées partielles définissant les dérivées secondes en fonction algébrique des dérivées premières. L'intégrale générale du système d'équations simultanées aux dérivées partielles ainsi formées est

$$\Theta(z_1 + A_1, z_2 + A_2, \ldots, z_p + A_p) = 0,$$

$A_1, A_2, \ldots, A_p$ étant des constantes arbitraires.

» III. On peut présenter ce résultat sous une forme un peu différente en considérant, dans les équations (6), $p-2$ des variables z, par exemple $z_3, z_4, \ldots, z_p$, comme *constantes*, et en faisant varier seulement z_1 et z_2. Ces équations définissent alors z_1 comme fonction de z_2, et l'on a, en différentiant,

$$(7)\quad \begin{cases} dz_1 = \dfrac{Q_1(x_1, y_1)}{F'_y(x_1, y_1)}\,dx_1 + \cdots + \dfrac{Q_1(x_{p-1}, y_{p-1})}{F'_y(x_{p-1}, y_{p-1})}\,dx_{p-1}, \\ dz_2 = \dfrac{Q_2(x_1, y_1)}{F'_y(x_1, y_1)}\,dx_1 + \cdots + \dfrac{Q_2(x_{p-1}, y_{p-1})}{F'_y(x_{p-1}, y_{p-1})}\,dx_{p-1}, \\ 0 = \dfrac{Q_i(x_1, y_1)}{F'_y(x_1, y_1)}\,dx_1 + \cdots + \dfrac{Q_i(x_{p-1}, y_{p-1})}{F'_y(x_{p-1}, y_{p-1})}\,dx_{p-1}\ (i = 3, 4, \ldots p). \end{cases}$$

» Des $(p-2)$ dernières équations précédentes, on tire

$$\frac{dx_1}{\varphi_1} = \frac{dx_2}{\varphi_2} = \cdots = \frac{dx_{p-1}}{\varphi_{p-1}},$$

les φ étant des fonctions algébriques de $x_1, x_2, \ldots, x_{p-1}$.

» En divisant membre à membre les deux premières équations (7), et remarquant que le second membre de l'équation obtenue est homogène en dx_1, dx_2, ... dx_{p-1}, ce qui permet de remplacer ces différentielles par les quantités proportionnelles $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_{p-1}$, on obtient $\frac{dz_1}{dz_2}$ en fonction algébrique de $x_1, x_2, \ldots, x_{p-1}$. De la même façon on forme ensuite $\frac{d\frac{dz_1}{dz_2}}{dz_2}$ ou $\frac{d^2z_1}{dz_2^2}$, puis $\frac{d^3z_1}{dz_2^3}, \ldots, \frac{d^pz_1}{dz_2^p}$ en fonction algébrique des mêmes variables $x_1, x_2, \ldots, x_{p-1}$. L'élimination de ces variables conduit à une équation différentielle

$$\Phi\left(\frac{d^pz_1}{dz_2^p}, \frac{d^{p-1}z_1}{dz_2^{p-1}}, \ldots, \frac{d^2z_1}{dz_2^2}, \frac{dz_1}{dz_2}\right) = 0,$$

dont le premier membre est une fonction algébrique des dérivées $\frac{dz_1}{dz_2}, \ldots \frac{d^pz_1}{dz_2^p}$. L'intégrale générale de cette équation est

$$\Theta(z_1 + A_1, z_2 + A_2, A_3, \ldots, A_p) = 0$$

$A_1, A_2, \ldots, A_p$ étant des constantes arbitraires. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'élimination*. Note de M. C. **Le Paige**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Je mettrai le déterminant d'Euler sous la forme remarquable que lui a donnée M. Mansion, forme qui se prête parfaitement à la transformation que je me propose d'effectuer.

» Pour éviter la longueur des calculs, j'envisage deux équations du troisième ordre. On s'aperçoit aisément que le mode de transformation est général.

» Soit

$$E = \begin{vmatrix} 0 & 0 & a_0 & a_1 & a_2 & a_3 \\ 0 & -a_0 & -a_1 & -a_2 & -a_3 & 0 \\ a_0 & a_1 & a_2 & a_3 & 0 & 0 \\ b_0 & b_1 & b_2 & b_3 & 0 & 0 \\ 0 & -b_0 & -b_1 & -b_2 & -b_3 & 0 \\ 0 & 0 & b_0 & b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix}$$

le déterminant d'Euler.

» Je le multiplie, colonne par colonne, par

$$-E=\begin{vmatrix} 0 & 0 & b_3 & b_2 & b_1 & b_0 \\ 0 & -b_3 & -b_2 & -b_1 & -b_0 & 0 \\ b_3 & b_2 & b_1 & b_0 & 0 & 0 \\ -a_3 & -a_2 & -a_1 & -a_0 & 0 & 0 \\ 0 & a_3 & a_2 & a_1 & a_0 & 0 \\ 0 & 0 & -a_3 & -a_2 & -a_1 & -a_0 \end{vmatrix}.$$

» En représentant par $(a_i b_k)$ le déterminant $(a_i b_k - a_k b_i)$, on voit que

$$-E^2=\begin{vmatrix} (a_0b_3) & (a_0b_2) & (a_0b_1) & 0 & 0 & 0 \\ (a_1b_3) & (a_0b_3)+a_1b_2) & (a_0b_2) & 0 & 0 & 0 \\ (a_2b_3) & (a_1b_3) & (a_0b_3) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & (a_3b_0) & (a_2b_0) & (a_1b_0) \\ 0 & 0 & 0 & (a_3b_1) & (a_3b_1)+(a_3b_0) & (a_2b_0) \\ 0 & 0 & 0 & (a_3b_2) & (a_3b_2) & (a_3b_0) \end{vmatrix}.$$

» Si l'on désigne par B le déterminant de Bézout, on voit que

$$-E^2 = -B^2,$$

d'où

$$E = \varepsilon B,$$

ε désignant l'unité positive ou négative.

» On démontre, de la même manière, le théorème de M. Mansion sur l'égalité des mineurs principaux des deux déterminants.

» En effet, on trouve, par exemple,

$$\begin{vmatrix} -a_0 & -a_1 & -a_2 & -a_3 \\ a_1 & a_2 & a_3 & 0 \\ b_1 & b_2 & b_3 & 0 \\ -b_0 & -b_1 & -b_2 & -b_3 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 & -b_3 & -b_2 & -b_1 \\ b_3 & b_2 & b_1 & b_0 \\ -a_3 & -a_2 & -a_1 & -a_0 \\ 0 & a_3 & a_2 & a_1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} (a_1b_3) & (a_0b_3)+(a_1b_2) \\ (a_2b_3) & (a_1b^3) \end{vmatrix}^2,$$

d'où

$$E_1 = \varepsilon B_1,$$

en désignant par E_1, B_1 les premiers mineurs principaux de E et de B. Il est inutile, je pense, de faire voir que le procédé s'applique encore lorsque les équations proposées sont de degrés différents. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Utilisation industrielle de la chaleur solaire.* Mémoire de M. **A. Mouchot**. (Extrait par l'auteur.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie de nouveaux résultats relatifs à l'utilisation industrielle de la chaleur solaire. Mes expériences, commencées près d'Alger [1] le 6 mai 1879, ont duré presque sans interruption jusqu'à ce jour ; elles ont été particulièrement favorisées par les chaleurs torrides de l'été dernier. En attendant l'installation des grands appareils qui devaient me servir à résoudre complètement les importantes questions de la distillation solaire et de l'utilisation de la force motrice du Soleil, je me suis occupé d'expériences de Chimie industrielle.

» Les miroirs de $0^m,80$ permettent déjà d'effectuer dans le verre des opérations n'exigeant pas plus de 400° à 500° de température. Parmi les opérations qui m'ont réussi, je citerai la fusion et la calcination de l'alun, la préparation de l'acide benzoïque, l'épuration de l'huile de lin, la concentration des sirops, la sublimation du soufre, la distillation de l'acide sulfurique, la carbonisation du bois en vase clos, etc.

» Les petits alambics solaires ont été perfectionnés ; ils peuvent maintenant servir à distiller les essences et se prêtent à l'emploi du bain-marie ou du bain de sable. La marmite de Papin a donné d'excellents résultats ; il en est de même du bouilleur solaire et du digesteur à distillation continue de Payen.

» Mon grand récepteur solaire est construit sur le modèle et dans les dimensions de celui de Tours. Le miroir, dont la surface d'insolation est de $3^m,80$, résiste aux plus forts coups de vent. La chaudière, épaisse de $0^m,005$, afin de pouvoir se prêter à des essais variés, est munie pour la première fois d'une chambre de vapeur suffisante et d'une disposition intérieure qui maintient constamment le liquide à vaporiser en contact avec la surface de chauffe tout entière. C'est à ce double perfectionnement que j'attribue la supériorité de ce récepteur sur ceux qui l'ont précédé.

» L'appareil, essayé le 18 novembre avec 35^{lit} d'eau froide, portait en quatre-vingts minutes le liquide à l'ébullition, puis accusait, une heure et demie plus tard, une pression de 8^{atm}. L'effort total supporté par les parois de la chaudière excédait alors $80\,000^{kg}$. Appliqué à la distillation directe,

[1] Villa Bauer, climat de France.

l'appareil fournissait encore par heure, au solstice d'hiver, près de 3 ou de 5100^{lit} de vapeur à la pression normale, et distillait, le 24 décembre, 25^{lit} de vin en quatre-vingt-cinq minutes, avec rendement de 4^{lit} d'eau-de-vie.

» La distillation à la vapeur a réussi de même avec un alambic muni d'un serpentin réchauffeur qu'on mettait en communication, d'une part, avec la prise de vapeur de la chaudière solaire et, d'autre part, avec son tuyau d'alimentation. La circulation de la vapeur portait assez rapidement 15^{lit} d'eau ou de vin à l'ébullition dans la chaudière de l'alambic, placée à un niveau supérieur.

» Le fait le plus important que j'aie à signaler à l'Académie est la réussite définitive de mes essais d'utilisation mécanique de la chaleur solaire. Dès les premiers jours de mars, mon récepteur faisait marcher une machine horizontale sans détente ni condensation à raison de cent vingt tours par minute, sous pression constante de $3^{\text{atm}},5$. Le calcul indiquant alors un travail disponible d'environ 8^{kgm}, j'en ai conclu la possibilité de faire actionner par mon récepteur une pompe donnant le débit d'une noria commune. Le 18 mars, le succès répondait à mon attente, et je voyais un appareil élévatoire encore bien imparfait donner un débit de 6^{lit} par minute à $3^{\text{m}},50$ ou de 1200^{lit} par heure à 1^{m}, et lancer à 12^{m} un jet d'arrosage. Ce résultat, qu'il sera facile d'améliorer, s'obtient d'une manière constante de 8^{h} du matin à 4^{h} du soir, et ni les vents les plus forts ni les nuages passagers ne le modifient sensiblement.

» J'ai, de plus, l'honneur de présenter à l'Académie un projet de moteur solaire automatique qui, sans éluder aucune des difficultés de la question, me semble les résoudre toutes avec assez de bonheur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons des alcools avec la baryte et la chaux; produits de la décomposition, par la chaleur, de ces combinaisons* (1). Note de M. **A. Destrem**.

« On sait, d'après les travaux de M. Berthelot, que l'alcool ordinaire mis en contact prolongé avec la baryte s'y combine; mais, dans ces conditions, on n'obtient qu'une faible quantité de produit au bout d'un temps assez long.

» En traitant en vase clos, à une température variant de 150° à 175°, de

(1) Ce travail, dont je poursuis le développement, a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

l'alcool absolu et de la baryte caustique, on obtient en quelques heures la combinaison complète de ces deux corps; il en est de même entre la chaux et l'alcool. J'ai étendu cette méthode à plusieurs alcools, qui tous se sont combinés, dans les mêmes conditions, à la baryte et à la chaux.

» Dans cette Note, je me propose de faire connaître les produits de la décomposition, par la chaleur, de certaines de ces combinaisons.

» *Alcool ordinaire et baryte.* — Vers 300°, la décomposition a lieu en donnant de l'éthylène et de l'hydrogène à volumes presque égaux.

» Il ne m'est pas encore possible de donner l'équation capable de rendre compte de cette décomposition, un terme du dédoublement m'ayant sans doute échappé; j'espère bientôt combler cette lacune.

» L'*alcool amylique*, combiné avec la baryte, donne des résultats analogues, l'éthylène étant dans ce cas remplacé par l'amylène.

» En général, avec tous les alcools primaires que j'ai combinés à la baryte, les produits de la décomposition par la chaleur consistent toujours en volumes presque égaux d'hydrogène et de carbure $C^n H^{2n}$ du radical de l'alcool.

» La décomposition n'a pas lieu de la même manière pour la combinaison des alcools avec la chaux; dans ce cas, le carbure $C^n H^{2n}$ n'est pas mis en liberté, et il se dégage simplement comme produit gazeux de l'hydrogène, en même temps qu'il distille un liquide plus léger que l'eau, d'une odeur aromatique. Ce produit intéressant fera l'objet d'une nouvelle Note.

» Je vais faire connaître maintenant les produits importants de la décomposition, par la chaleur, de la glycérine combinée à la chaux.

» La glycérine sèche se combine d'une façon remarquable à la baryte caustique et à la chaux vive. Si l'on mélange les deux corps de façon à former une bouillie pâteuse, et que l'on porte ce mélange à 50° environ, on le voit devenir d'abord fluide, puis se contracter en se solidifiant, avec un dégagement considérable de chaleur; enfin la masse se réduit en poudre grenue en augmentant de volume; la chaux est pour ainsi dire éteinte dans la glycérine sèche. Pendant cette combinaison il se dégage un peu de vapeur d'eau.

» *Décomposition, par la chaleur, de la glycérine combinée à la chaux.* — Les produits de cette décomposition sont de l'eau, de l'hydrogène, de l'acide carbonique et enfin un liquide plus léger que l'eau. Ce liquide séché, soumis à la distillation, passe entre des limites de température assez étendues, de 75° à 210°.

» Après plusieurs distillations, j'ai séparé les produits de 15° en 15°,

fractionnement qui est insuffisant, mais que je rectifierai en opérant sur une grande quantité de matière. Les diverses parties de ces composés, prises à leurs différents points d'ébullition, jouissent toutes des mêmes propriétés.

» Elles se combinent directement au sodium en formant un composé gélatineux. Elles se combinent aussi à la baryte, au brome.

» Distillées avec l'iodure de phosphore, elles donnent un iodure qui, traité par l'acétate d'argent, fournit un éther acétique.

» De ces principaux caractères on peut conclure que ces corps jouissent des propriétés des alcools incomplets.

» L'analyse du produit distillant entre 160° et 170°, et qui semble se former en plus grande abondance, a donné, en centièmes,

C....................	77,02
H....................	12,35
O....................	10,63

nombres très rapprochés de ceux qu'exigerait la formule $C^{10}H^{20}O$:

C....................	76,89
H....................	12,82
O....................	10,29

» La légère différence provient du mélange, en proportions inégales, de composés homologues en $C^nH^{2n}O$.

» Quant au mode de formation de ces composés, il peut être expliqué en faisant l'hypothèse que l'action a lieu entre 1, 2, 3, 4, ..., n molécules de glycérine :

$$C^3H^8O^3 = C^2H^4O + CO^2 + 4H,$$
$$2(C^3H^8O^3) = C^4H^8O + 2(CO^2) + 6H + H^2O,$$
$$3(C^3H^8O^3) = C^6H^{12}O + 3(CO^2) + 8H + 2(H^2O),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$n(C^3H^8O^3) = C^{2n}H^{4n}O + n(CO^2) + (2n+2)H + (n-1)H^2O.$$

Ces équations rendent bien compte de la formation des termes homologues de la série $C^nH^{2n}O$ et de plus donnent en même temps tous les termes trouvés par expérience dans le dédoublement de la combinaison glycérine et chaux. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Des réactions qui se produisent entre les sels ammoniacaux et le carbonate de chaux.* Note de M. NIVET, présentée par M. Hervé Mangon.

« On sait, d'après Dulong (¹), que la généralité des carbonates insolubles réagissent, à la température de l'ébullition de l'eau, sur les sels ammoniacaux, et qu'il se produit, dans ce cas, du carbonate d'ammoniaque qui est volatilisé avec la vapeur d'eau. En distillant un semblable mélange, on arrive à enlever complètement l'ammoniaque. Nous avons étudié cette réaction au point de vue des rapports qui existent dans la nature entre les sels ammoniacaux et le carbonate de chaux.

» Le carbonate de chaux a des propriétés alcalines excessivement faibles; nous avons comparé son action à celle de la magnésie, dont M. Boussingault se sert pour doser l'ammoniaque en présence de matières organiques azotées.

» Une solution d'asparagine maintenue à l'ébullition en présence du carbonate de chaux a donné $0^{gr},00037$ d'ammoniaque; en présence de la magnésie, dans les mêmes conditions, on a eu également $0^{gr},00037$ d'ammoniaque. De l'urine étendue d'eau en présence du carbonate de chaux a donné $0^{gr},0558$ d'ammoniaque et $0^{gr},0546$ en présence de la magnésie.

» Ces expériences montrent que l'action du carbonate de chaux est semblable à celle de la magnésie et qu'on pourrait employer indifféremment ces deux substances.

» Examinons maintenant ce qui se passe à la température ordinaire entre les sels ammoniacaux et le carbonate de chaux.

» $0^{gr},5$ de chlorhydrate d'ammoniaque et 2^{gr} de carbonate de chaux ont été mis en présence dans une assiette avec 200^{cc} d'eau. Au milieu de chaque assiette, on avait placé un verre contenant 10^{cc} d'une liqueur titrée d'acide sulfurique, destinée à absorber l'ammoniaque résultant de la double décomposition des sels mis en présence. Chaque assiette était isolée de l'air ambiant par une cloche rodée. L'ammoniaque dégagée a été de $0^{gr},0044$ en quarante jours à une température moyenne de 8°. On peut donc dire qu'à la température ordinaire, dans un mélange qui contient un sel ammoniacal et du carbonate de chaux, il y a toujours de l'ammo-

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 2ᵉ série, t. LXXXII, p. 273.

niaque dégagée, très probablement à l'état de carbonate d'ammoniaque.

» Envisageons maintenant ce qui se passe dans les terres.

» L'ammoniaque qui se trouve normalement dans le sol peut être considérée comme étant principalement à l'état de carbonate d'ammoniaque; celle qu'on ajoute comme engrais est généralement à l'état de sulfate.

» D'après les expériences précédentes, ce sel réagit sur le carbonate de chaux contenu dans la terre, et il se forme du carbonate d'ammoniaque volatil. Il y a donc là une cause de déperdition d'ammoniaque, qui doit varier avec la nature des terres dans lesquelles se passe cette réaction. Les propriétés absorbantes du sol doivent intervenir ici. Nous avons opéré sur une terre calcaire très riche en humus, sur une terre très argileuse, sur une terre sablo-siliceuse, sur du sable de Fontainebleau. On a incorporé à ces terres, ramenées à un degré d'humidité égal, du chlorhydrate d'ammoniaque et du carbonate de chaux; on les a placées dans des vases plats contenant dans un verre de l'acide sulfurique titré. Le vase était fermé par une plaque rodée. Les expériences ont duré vingt-trois jours à une température moyenne de 23°. Elles ont donné les résultats suivants :

	Ammoniaque dégagée.
	gr
Terre riche en humus	0,00303
Terre argileuse	0,00310
Terre sablo-siliceuse	0,01390
Sable de Fontainebleau	0,02120

» Il y a donc eu des différences très grandes entre les quantités d'ammoniaque dégagées de ces différentes terres.

» On obtient également la volatilisation de l'ammoniaque en faisant passer un courant d'air privé d'acide carbonique dans une dissolution de divers sels ammoniacaux mis en présence du carbonate de chaux.

» En remplaçant le courant d'air pur par un courant d'acide carbonique pur, il n'en est plus de même, et, dans ce cas, l'ammoniaque se volatilise dans des proportions presque inappréciables. La présence de l'acide carbonique entrave donc la volatilisation de l'ammoniaque.

» On sait que l'atmosphère des sols où se trouvent des matières organiques contient des quantités très notables d'acide carbonique. Dans ces sols, l'ammoniaque se trouve donc toujours en présence d'un excès d'acide carbonique, et sa tendance à se diffuser dans l'atmosphère peut se trouver ainsi diminuée.

» En résumé, ces expériences nous montrent, dans le sol et dans les eaux, une double décomposition, dont le résultat conduit à une déperdition d'ammoniaque d'autant plus sensible que le sol est doué de propriétés absorbantes moindres ou qu'il se forme dans son sein des quantités moindres d'acide carbonique ([1]). »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Sur la formation du cal.* Note de MM. **Rigal** et **W. Vignal.**

« Dès 1865, M. Ranvier ([2]), en s'appuyant sur des expériences, montrait que le cal, dans les fractures simples de l'homme aussi bien que des animaux, passait d'abord par une période cartilagineuse, tandis que, dans les fractures compliquées, il devenait directement osseux au milieu de bourgeons charnus provenant de la substance médullaire de l'os fracturé.

» Il démontrait de plus que l'inflammation suppurative n'avait aucune influence sur la marche de l'ossification dans le cal cartilagineux, lorsque celui-ci était déjà formé.

» Les expériences de M. Ranvier établissaient un fait méconnu avant lui et sollicitaient des recherches pour savoir quelles sont les causes qui font que la cicatrice osseuse se forme, suivant les cas, par deux processus différents. C'est cette question que nous nous sommes proposé de résoudre.

» Nous avons repris les expériences de notre maître et nous avons obtenu les mêmes résultats. Nous avons en outre remarqué :

» 1° Que, même dans les fractures simples, le bouchon central devenait toujours directement osseux au milieu de la moelle redevenue embryonnaire ;

» 2° Que, lorsqu'on ruginait une partie de l'os, soit jusqu'au canal médullaire, soit moins profondément, la cicatrice était toujours directement osseuse, même lorsqu'il y avait réunion par première intention, fait déjà reconnu par M. Ranvier;

» 3° Que, dans une fracture compliquée, même lorsqu'on laissait les fragments de l'os exposés à l'air pendant un temps assez long, si l'on parvenait

([1]) Ce travail a été fait à l'Institut national agronomique, sous la direction de M. Müntz.

([2]) Ranvier, Thèse de doctorat, Paris 1865, p. 46 et suiv. — Cornil et Ranvier, *Manuel d'Anatomie pathologique*. Paris, 1869, p. 366 et suiv.

à éviter l'inflammation suppurative, et si, par conséquent, on obtenait une réunion par première intention, le cal passait par une période cartilagineuse.

» 4° Que, dans une fracture compliquée et suppurant, le cal était d'abord cartilagineux dans les points non envahis par la suppuration, tandis que dans les fractures simples, mais dont les fragments baignaient, soit pour une cause, soit pour une autre, au milieu du pus, on obtenait un cal directement osseux.

» Ces différents faits nous ont conduits à penser que si, dans les fractures compliquées de plaie, le cal était de suite osseux, c'était parce que le périoste, ou plus exactement la couche cellulaire sous-périostée, se trouvait détruite par le fait même de la suppuration, et nous en avons conclu que c'est à cette couche seulement que l'on doit attribuer la formation du cartilage, et que la moelle tant des canaux de Havers que du canal central forme directement de l'os.

» Après avoir essayé à plusieurs reprises de faire reproduire du tissu osseux à de la moelle transplantée dans le tissu cellulaire sous-cutané et après avoir constamment échoué de même que M. Ollier, tandis que le périoste transplanté nous donnait invariablement, comme à cet auteur, un os d'abord cartilagineux, nous avons fait l'expérience suivante. Sur le tiers moyen du tibia d'un lapin adulte, nous avons enlevé deux ou trois fois de suite le périoste, afin de bien détruire toutes ses propriétés ostéogéniques; puis, quinze jours après l'avoir enlevé pour la dernière fois, nous l'avons fracturé à son milieu. Douze jours après la fracture (à cette époque on a toujours, chez le lapin, un cal cartilagineux), l'animal fut sacrifié, et l'examen de la fracture nous montra qu'au milieu de bourgeons charnus, provenant des canaux de Havers agrandis, se formait un cal périphérique directement osseux. Cette expérience, plusieurs fois répétée, nous a donné toujours les mêmes résultats.

» Une autre expérience encore plus démonstrative est la suivante. Nous avons enlevé à deux reprises, à quinze jours d'intervalle, le périoste. La plaie s'étant cicatrisée, nous avons fracturé l'os en son milieu comme dans les expériences précédentes et nous avons sacrifié l'animal douze jours après. A la partie postérieure, où le périoste avait été conservé, le cal se formait, comme dans les fractures simples, à l'aide d'un cartilage, tandis qu'à la partie antérieure il se formait au milieu de bourgeons charnus, comme dans les fractures compliquées et suppurant.

» Ces expériences nous semblent donc bien établir que la couche sous-

périostée, lorsque l'irritation est vive, comme dans les fractures, contribue à la réparation de l'os, en se transformant en tissu cartilagineux.

» Cette production de cartilage par la couche sous-périostée nous paraît être liée à l'irritation intense que subit le périoste par le fait de la fracture et de l'épanchement sanguin qui en est la suite. Il existe, en effet, des cas nombreux où l'on voit la couche cellulaire sous-périostée produire directement du tissu osseux; nous pourrions presque dire qu'il en est ainsi dans tous les processus inflammatoires des os. Expérimentalement, on peut facilement, sans décoller le périoste, lui faire reproduire à volonté du tissu osseux ou du tissu cartilagineux.

» Chez le même animal (afin que les conditions autres que celles que l'on créera soient bien les mêmes), après avoir fendu la peau d'une des jambes et écarté avec précaution les muscles jusqu'à ce que l'on arrive sur le périoste, on irrite celui-ci assez fortement en le frottant avec un corps bien poli (comme un brunissoir d'agate) et en évitant tout froissement des parties voisines. Sur le périoste de la jambe opposée, on répète la même opération en irritant vivement le périoste, en contusionnant fortement les parties molles avoisinantes, de manière à amener un épanchement sanguin. Puis la plaie des deux jambes est fermée par quelques points de suture, et l'animal est sacrifié entre le dixième et le douzième jour.

» Dans le cas où l'on a obtenu une réunion par première intention de la plaie des deux jambes, on trouve sous le périoste de la première quelques ostéophytes, tandis que sous celui de la seconde on a des masses cartilagineuses plus ou moins considérables.

» Cette dernière expérience explique la formation directement osseuse des points du cal sous-périostique les plus éloignés du siège de la fracture. Nous avons constamment remarqué, en effet, que le sommet et la base de l'ovoïde plus ou moins parfait que forme le cal périphérique sont toujours directement osseux dans les fractures simples: cela tient à ce que, l'inflammation dans ces points étant moins vive, la couche cellulaire sous-périostée forme directement du tissu osseux [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences relatives au choc péritonéal.* Note de MM. P. Reynier et Ch. Richet, présentée par M. Vulpian.

« On sait que certains traumatismes, et principalement ceux du péri-

[1] Ce travail a été fait au laboratoire d'Histologie du Collège de France.

toine, déterminent un état grave, rapidement mortel, sans qu'on puisse assigner d'autres causes à cette terminaison fatale qu'une sorte d'épuisement nerveux. Les chirurgiens ont désigné sous le nom de *choc traumatique* l'ensemble de ces symptômes.

» Nous avons pu reproduire expérimentalement quelques-uns des symptômes du choc traumatique.

» A. En injectant dans l'abdomen d'un lapin une petite quantité (de 5^{gr} à 25^{gr}) d'eau bouillante, nous avons toujours vu la température de l'animal baisser avec une grande rapidité. Plus la brulûre est étendue, par la masse plus ou moins considérable et la chaleur plus ou moins grande de l'eau injectée, plus l'abaissement de température est prononcé et rapide. Dans des brûlures modérées, l'animal survit, et, au bout de cinq à six heures, la température revient à l'état normal. Dans les cas de brûlure plus intense, la température s'abaisse graduellement (jusqu'à 29° environ), et l'animal meurt en moins de vingt-quatre heures dans un état adynamique, *sans suppuration du péritoine.*

» B. On peut mieux graduer les effets de l'excitation péritonéale en remplaçant l'eau bouillante par le perchlorure de fer. Ce caustique ne passant pas dans le système circulatoire, les accidents qu'il amène ne peuvent être attribués à une intoxication véritable, mais seulement à l'excitation du péritoine.

» En injectant 1^{gr} d'une solution concentrée de perchlorure de fer dans l'abdomen d'un lapin, nous avons constamment vu la température rectale baisser avec une rapidité extrême, de 1°,5 par heure dans quelques cas. La mort survient entre six et douze heures après l'injection, suivant les sujets [1]. A l'autopsie, nous n'avons jamais trouvé ni suppuration du péritoine, ni caillots dans le cœur, ni congestion pulmonaire.

---

(1) Voici un exemple :

	Température rectale.
A 10^h, injection	38°,1
11^h	36°,5
2^h	34°,2
$3^h 30^m$	31°,8
$4^h 30^m$	28°
$4^h 40^m$	mort.

Il va sans dire que nos lapins, après l'opération, étaient toujours laissés en liberté.

» C. On peut se demander si cette hypothermie extrême dépend d'une perte exagérée de calorique (par suite de la dilatation des capillaires de la périphérie) ou d'une diminution des phénomènes chimiques calorifiques de l'organisme (hématose ou combustion interstitielle).

» Il n'est pas probable qu'une dilatation des capillaires de la peau et un refroidissement exagéré par la périphérie soient la cause de ce refroidissement central, car la température périphérique s'abaisse beaucoup plus rapidement que la température centrale.

» D'autre part, on ne peut attribuer l'hypothermie à une insuffisance de l'hématose, c'est-à-dire à une diminution de l'oxygène du sang. En effet, plongés dans de l'oxygène, les lapins qui ont reçu du perchlorure de fer dans la cavité abdominale se refroidissent aussi vite qu'à l'air libre.

» Nous avons donc été conduits à admettre que cette hypothermie résulte de la diminution des processus chimiques calorifiques des tissus, diminution qui est la conséquence de l'épuisement nerveux général.

» Le froid, l'adynamie, la mort, tels sont donc les résultats de cet épuisement nerveux qui porte sur toutes les fonctions de l'organisme (circulation, respiration, combustions interstitielles). La mort survient sans cris, sans convulsions, sans autres phénomènes apparents que l'abaissement de température et la diminution des forces. En somme, cet état est comparable à l'état des lapins dont on a coupé la moelle dorsale, l'excitation exagérée de la moelle amenant les mêmes résultats que sa paralysie.

» D. On peut jusqu'à un certain point démontrer le fait de l'épuisement nerveux. En effet, si, avant de faire l'injection de perchlorure, on engourdit au préalable le lapin avec du chloral, l'animal, au lieu de mourir six à dix heures après l'injection, ne meurt souvent que vingt-quatre heures après, cinq à six heures après s'être réveillé de l'engourdissement produit par l'anesthésique. L'influence du chloral, dans ce cas, ne peut s'expliquer qu'en admettant qu'il supprime l'excitation de la moelle par les nerfs péritonéaux.

» E. Il est à remarquer que la muqueuse intestinale est beaucoup moins sensible que le péritoine. L'injection de 1^{gr} de perchlorure de fer dans l'intestin produit un abaissement de température passager; mais souvent l'animal se rétablit, ce qui n'a jamais lieu quand le caustique a été injecté dans la cavité du péritoine.

» Enfin, en excitant pendant près d'une heure par des courants électriques forts le péritoine et l'intestin, nous n'avons pas pu obtenir de

refroidissement. Il en est de même de l'excitation du nerf sciatique, qui fait baisser la température de quelques dixièmes de degré, diminution qui n'est pas comparable à celle que produit la cautérisation du péritoine (1). »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la forme et le siège des mouvements produits par l'excitation corticale du cerveau.* Note de M. **Couty**, présentée par M. Vulpian.

« J'ai indiqué, dans deux précédentes Communications, des faits destinés à prouver que les contractions produites par la faradisation du cerveau ont leur origine réelle dans une excitation des divers appareils bulbo-médullaires. Cette conclusion me semble encore confirmée par l'observation exacte d'autres faits auxquels on attribue généralement une signification inverse.

» Si l'on excite le cerveau d'un chien ou surtout celui d'un singe avec un courant interrompu de moyenne intensité, insensible au doigt, supportable à la langue, chaque électrisation produit presque toujours des contractions multiples dans des groupes musculaires très différents, queue et paupières, lèvres et membres postérieurs, oreille, queue et trois membres, etc.; mais il est impossible, presque toujours, de reconnaître dans ces contractions simultanées rien qui ressemble à une association volontaire, à but défini. D'autres fois, il est vrai, les mouvements associés présentent une forme déterminée plus ou moins reconnaissable : ce sera un redressement des deux paupières supérieures, ou une flexion des membres postérieurs, ou un mouvement de préhension des deux membres antérieurs, ou plus souvent l'adduction d'un membre antérieur avec abduction de l'autre, ou plus souvent encore une contraction unilatérale des lèvres et du membre antérieur, etc. Mais ces associations bien coordonnées portent sur des mouvements habituels à l'aide desquels le singe grimpe, marche, saute, mange, etc., et tous les physiologistes admettent que les mouvements de cette nature peuvent se produire, en dehors de toute intervention cérébrale, par un mécanisme purement médullaire. Si l'on faradise le cerveau avec un courant plus fort ou plus prolongé, au moins dans certaines conditions mal analysées encore, on obtient, on le sait, au lieu de quelques contractions associées, un véritable accès convulsif, hémiplégique ou généralisé, et il est encore évident que cette contraction d'ensemble, épileptiforme, quoique

(1) Travail du laboratoire de M. Vulpian, à la Faculté de Médecine.

consécutive à une excitation corticale isolée, a son origine dans une excitation du bulbe et de la moelle, ou mieux de la protubérance.

» Mais on a surtout insisté sur ces contractions bornées à un seul groupe musculaire, telles que la pronation, la supination, la flexion d'un membre, le redressement de la queue, mouvements que l'on produit en faradisant avec un courant faible le cerveau d'un animal normal ou avec un courant intense le cerveau d'un animal épuisé : or, ces mouvements n'ont une forme définie que parce qu'ils sont isolés, et ils n'indiquent, du reste, aucun but volitionnel reconnaissable; ils portent presque toujours sur les muscles qui sont les plus mobiles, les lèvres, le membre antérieur pour le singe, et ils doivent être considérés comme le début, comme la forme atténuée des contractions associées précédentes. Il suffit en effet d'augmenter ou quelquefois simplement de prolonger l'excitation pour voir sur un animal normal un mouvement, isolé d'abord, se compliquer ensuite des contractions les plus diverses et se perdre enfin dans un accès convulsif généralisé. En résumé, ayant pratiqué des faradisations très multiples sur le cerveau de chiens et de singes qui souvent même étaient laissés normaux et sans anesthésie, je n'ai jamais pu observer de mouvement volitionnel correspondant à un but déterminé, pas plus que je n'ai jamais vu de ces réactions motrices émotionnelles qui devraient être si faciles, à la face, par exemple : il semble donc que l'on doit refuser complètement aux mouvements produits par la faradisation du cerveau cette forme spéciale du mouvement ayant un but défini, non habituel, dont on a fait, sans l'avoir suffisamment constatée, un argument en faveur de l'existence des prétendus centres moteurs.

» Du reste, l'impossibilité d'admettre rien qui ressemble à un centre défini de mouvements est encore mieux établie par les faits suivants.

» L'étendue et la forme de la zone dite motrice varient considérablement sur les différents singes; le plus souvent, toutes les circonvolutions pariétales sont inexcitables; quelquefois il en est de même des frontales parallèles, de sorte que cette zone, toujours très vaste, d'après quelques descriptions, peut dans quelques cas être réduite à la face convexe de la frontale ascendante : j'ai toujours trouvé, en effet, le lobule paracentral insensible à l'électricité. Sur le chien aussi, la zone excitable, très étendue dans quelques cas, peut dans d'autres être réduite à un point unique, de situation variable.

» Le nombre des prétendus centres est aussi, suivant les animaux, en-

tièrement différent; jamais je n'ai pu produire sur un seul singe tous les mouvements indiqués comme constamment possibles; chez l'un les oreilles et le membre postérieur, chez d'autres les paupières, la queue, chez presque tous les mâchoires restaient toujours immobiles, et les mouvements produits par les excitations les plus diverses pouvaient se limiter à deux ou trois groupes musculaires.

» Enfin et surtout, la valeur et la disposition réciproque de chacun des points excitables sont excessivement variables: si l'on compare, par exemple, les effets de la faradisation du tiers supérieur de la frontale ascendante, on voit cette excitation déterminer sur un premier singe un effet nul; sur un deuxième, l'extension du membre antérieur; sur d'autres, un mouvement de la queue ou du membre postérieur; sur d'autres encore, des mouvements associés d'une sorte différente. Il est même impossible d'admettre que les régions fronto-pariétales supérieures sont surtout en rapport avec les membres, et les inférieures avec la face et la tête, et l'on ne saurait donc accorder une valeur réelle aux descriptions topographiques qui ont été souvent tentées.

» Mais, ce qui est encore plus important, c'est que l'on peut observer les mêmes variations en comparant, non plus plusieurs animaux, mais le même singe au cours d'une seule expérience. Si l'on faradise un cerveau de quart d'heure en quart d'heure, on voit la forme et l'étendue de la zone excitable varier souvent considérablement entre deux excitations; on voit aussi le nombre et la disposition des points excitables contenus dans cette zone se modifier de toute façon, ou l'électrisation d'un même point déterminer successivement les mouvements les plus divers.

» En résumé, pour des individus différents comme pour le même individu, il n'y a aucun rapport entre la région corticale excitée et la forme ou le siège du mouvement produit. Les quelques faits qui avaient servi de base à l'hypothèse des centres corticaux doivent donc être revisés, et l'explication de ces phénomènes, complexe encore dans bien des cas, n'est possible que si l'on admet la théorie d'après laquelle les fibres blanches corticales sont des conducteurs d'excitations bulbo-médullaires, comparables aux conducteurs périphériques, malgré leur trajet et leurs connexions beaucoup plus compliquées. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le pouvoir fixateur de certains organes pour les alcaloïdes introduits dans le sang qui les traverse.* Note de M. P. HÉGER, présentée par M. Marey.

« I. Quand on soumet un organe isolé, encore vivant, à une circulation artificielle de sang défibriné contenant une certaine dose d'alcaloïde (nicotine, atropine, quinine, etc.), on constate que le sang qui sort de l'organe contient une quantité d'alcaloïde notablement moindre que le sang qui y est entré : il y a donc eu diffusion de la substance à travers les parois vasculaires et fixation dans le tissu.

» On le démontre : 1° par le dosage de l'alcaloïde dans le sang qui a traversé l'organe ; ce dosage est pratiqué avec la méthode optique, qui a l'avantage de permettre un contrôle ultérieur par l'expérimentation physiologique ; 2° par l'analyse du parenchyme après un rinçage qui a pour but d'enlever toute trace d'alcaloïde mêlé au sang dans l'intérieur des vaisseaux ; on voit ainsi que, pour la nicotine, par exemple, le foie absorbe environ le tiers de l'alcaloïde injecté; 3° par la reproduction du phénomène de l'emmagasinage dans les organes chez l'animal vivant; $0^{gr},001$ à $0^{gr},002$ de nicotine injectés dans la veine porte sont arrêtés au passage et fixés dans le foie.

» II. En comparant le pouvoir absorbant de différents organes ou tissus, on voit que c'est le tissu hépatique qui retient au passage la plus forte proportion d'alcaloïde, tandis que les poumons n'en absorbent que des quantités minimes.

» III. On peut facilement transporter à l'animal vivant les résultats obtenus avec les circulations artificielles sur des organes isolés ; on s'adresse, dans ce but, à des réseaux vasculaires délimités :

» 1° *Foie.* — Quand on injecte dans le bout central d'une veine mésentérique $0^{gr},38$ de nicotine et que l'on recueille le sang des veines sus-hépatiques jusqu'à la mort de l'animal, on retrouve dans ce sang $0^{gr},17$ de nicotine, tandis qu'il en reste une quantité un peu supérieure dans le parenchyme du foie. Les résultats sont les mêmes pour la quinine, la morphine, la strychnine.

» 2° *Tissus musculaires*, etc. — En injectant dans le bout périphérique de l'artère crurale une dose connue de nicotine, on constate que les $\frac{6}{7}$ de

l'alcaloïde traversent le réseau des membres inférieurs et se retrouvent dans le sang qui s'écoule par la veine fémorale.

» 3° *Poumons*. — Quand on a injecté 4^{gr} de quinine dans la jugulaire, l'analyse des poumons, après lavage de leurs vaisseaux, montre que le tissu pulmonaire ne fixe pas de quantités appréciables d'alcaloïde.

» La réaction physiologique s'accorde avec les réactions chimiques pour montrer le fait de l'emmagasinage des alcaloïdes par le foie chez l'animal vivant. On sait que les alcaloïdes, arrivés au contact de l'endocarde, provoquent, par voie réflexe, des troubles du rythme cardiaque consistant en un ralentissement plus ou moins marqué. Cet effet s'observe nettement quand on injecte la substance par la jugulaire, du côté du cœur; il fait complètement défaut ou se montre très atténué si l'on injecte une dose au oins égale de l'alcaloïde dans le bout central d'une veine mésentérique. Le foie a donc retenu au passage la substance capable d'agir sur le cœur; on la retrouve en effet dans son parenchyme par l'analyse chimique.

» Mais cette localisation dans le foie n'est pas définitive; au bout d'un certain nombre d'heures, on retrouve des traces d'alcaloïde dans la lymphe qui provient du foie; on en constate également la présence dans la bile. Certaines substances passent plutôt dans la lymphe (nicotine), d'autres plus rapidement dans la bile (strychnine). »

MÉDECINE. — *Découverte de vaccin* horse-pox. Note de M. DE PIETRA-SANTA, présentée par M. Pasteur.

« On parle beaucoup de la fréquence d'accidents vaccinoïdes sur la vache et sur le cheval; mais, en réalité, il n'est pas toujours facile d'arriver au moment propice pour recueillir la précieuse lymphe, la porter sur les génisses et la cultiver avec succès.

» .... Le 5 mai, M. Alexandre signalait à M. Le Blanc un cas de *horse-pox* spontané, dans les écuries de M. Marx, aux Champs-Élysées, sur un cheval de sang arrivé d'Allemagne. La lymphe vaccinale, recueillie sur des lancettes, fut portée par M. Chambon sur une génisse de trois mois par trois piqûres sur la mamelle. Ces pustules évoluèrent normalement, et avec leur lymphe pure et limpide nous pûmes inoculer, le 13, une deuxième génisse avec succès. Effectivement, le 19, nous montrions à MM. Le Blanc et Hervieux, de l'Académie de Médecine, une superbe éruption vaccinale

(soixante pustules). La lymphe vaccinale de ces pustules a servi, le 20 et le 21, à l'inoculation de deux génisses (troisième et quatrième), qui assureront désormais le service des vaccinations de la Société d'Hygiène, à partir du mardi 25 mai. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un phénomène de sensibilité observé dans l'*Acacia. Note de M. **T.-L. Phipson.**

« Au mois de septembre dernier, j'ai fait une expérience sur le développement de la sensibilité chez le *Robinia pseudo-acacia.* Le sujet est un fort bel arbre, de cinq à six ans, dont le feuillage est très luxuriant. J'ai voulu voir si l'on pourrait déterminer dans cet arbre quelques phénomènes de sensibilité, ou plutôt d'*excitabilité* (pour me servir du mot de Dutrochet), analogues à ceux qu'on observe dans la Sensitive.

» La première expérience se fit le 17 septembre, à $5^h 30^m$ du soir, vent sud-sud-est, température 17°C., et par un beau soleil. J'ai pu faire *dormir* les feuilles de cette plante, pendant qu'elles étaient encore vivement éclairées par les rayons solaires, en soumettant la foliole terminale à une série de coups frappés avec le doigt. Après avoir appliqué sur la foliole terminale de dix à vingt petits coups assez forts, les autres folioles commencent bientôt à se rapprocher, et, *au bout de cinq minutes*, elles sont toutes rabattues, ou dans un état de *sommeil*, comme au milieu de la nuit. Dans cette expérience, les folioles latérales se courbent *l'une après l'autre*, en commençant par celle qui est le plus près de la pointe de la feuille, c'est-à-dire de l'endroit frappé.

» Le lendemain, 18 septembre, à midi et demi, je fis encore la même expérience et j'obtins les mêmes résultats : les feuilles sur la foliole terminale desquelles je frappai une vingtaine de petits coups secs avec le doigt s'endormirent de la façon décrite, *en l'espace de quatre minutes et demie.* En observant une feuille à laquelle j'avais fait prendre ainsi les allures du *sommeil* en plein soleil, j'ai remarqué qu'elle a exigé de *deux à trois heures* d'éclairage par les rayons solaires pour reprendre sa position primitive, c'est-à-dire pour que les folioles latérales devinssent de nouveau horizontales.

» Dans ces expériences, la chute l'une après l'autre des folioles à partir de l'extrémité de la feuille est parfaitement semblable à ce que l'on observe

dans la Sensitive. Relativement à cette dernière, dans un travail publié en 1876, où il est question du mouvement dans les plantes en général ([1]), j'ai dit :

« La raison pour laquelle les mouvements de la Sensitive ont été regardés comme si merveilleux est que, jusqu'à présent, ils ont été envisagés comme quelque chose de tout à fait exceptionnel, tandis que ce n'est que le plus haut degré de développement d'un phénomène dont nous pouvons suivre les traces à travers le règne végétal tout entier. »

» J'ai cité dans ce même Volume de nombreux faits à l'appui de cette opinion, et la nouvelle expérience que je viens de faire connaître me paraît non moins importante sous ce rapport.

» Je fis encore une autre expérience pour essayer l'action d'une vive chaleur appliquée à la foliole terminale, ce qui, comme on sait, agit immédiatement sur la Sensitive; mais ici, avec l'Acacia, en crispant et brûlant même la foliole terminale au moyen d'une petite flamme, je ne parvins pas à faire abattre les folioles latérales. Cela me paraît démontrer que le suc est bien moins mobile dans le tissu de l'une de ces plantes que dans celui de l'autre. »

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains tertiaires de la Bretagne. Environs de Saffré* (*Loire-Inférieure*). Note de M. G. VASSEUR, présentée par M. Hébert.

« Les terrains tertiaires de Saffré occupent, à 7 lieues au nord de Nantes, une dépression des terrains anciens limitée au sud par le *sillon de Bretagne,* à l'est par les hauteurs qui s'étendent de Nort à Abbaretz, au nord enfin par des collines orientées de l'est à l'ouest.

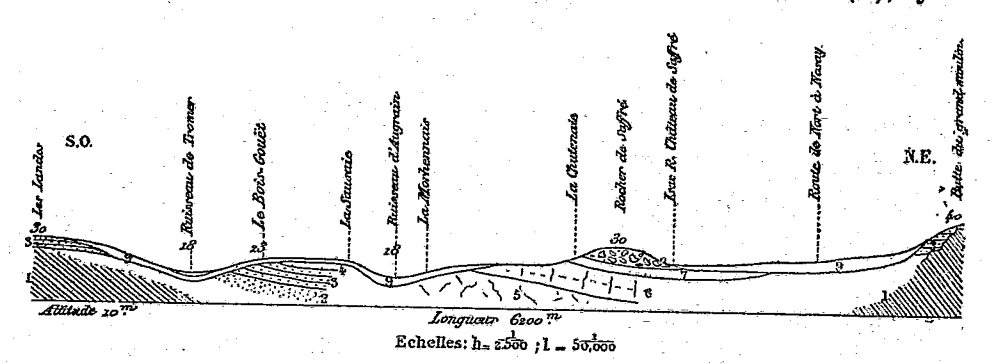
» Ce petit bassin formait le fond d'un golfe communiquant avec l'Atlantique par les marais de Campbon, de Saint-Gildas et de la Grande-Brière, où l'on retrouve plusieurs témoins de la formation éocène.

» Le niveau le plus inférieur des terrains tertiaires de Saffré est constitué par un sable gris, fin, renfermant plus de quatre cents espèces fossiles, parmi lesquelles cent cinquante mollusques du calcaire grossier parisien et près de deux cents formes nouvelles (2). L'affleurement de ce dépôt, généralement masqué par le terrain quaternaire (9), est visible au Bois-Gouët, dans les *mortiers Libeaud,* où je le découvris en 1877 ([2]). Dans les

([1]) *Familiar Letters on some mysteries of nature*, etc., p. 139.

([2]) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. VI, p. 81 (19 novembre 1877).

fouilles que j'entrepris en cet endroit pour la recherche des fossiles, on traversa le sable sur 3^{m},50 d'épaisseur, sans pouvoir en atteindre la base, les sources étant trop abondantes à ce niveau. Ce terrain affleure dans le vallon de Tromer et à l'Esturmel, et représente, comme je l'ai déjà indiqué [1], la base du calcaire grossier supérieur de Paris. Il est recouvert, au Bois-Gouët, par des grès et des marnes sableuses grises et brunâtres (3), ayant



6^{m} d'épaisseur et correspondant par leur faune (*Cerithium tricarinatum, Cardium triangulum, Venus texta, Corbula angulata*, etc.) aux sables coquilliers de Campbon. Ces couches renferment aussi de belles empreintes végétales, et particulièrement des feuilles de *lauriers*.

» Le même grès se retrouve dans le voisinage, aux Landes, à Puceul, sur la butte du Grand-Moulin et à Pouvroux, reposant sur les schistes métamorphiques, vers 30^{m} ou 40^{m} d'altitude, et présentant une faible inclinaison vers le centre du bassin; il constitue, autour de la butte du Télégraphe, une terrasse plus continue, surmontée, à la Praie, par des sables et des poudingues à gros éléments de quartz anguleux; à Grémil enfin, il renferme des empreintes de *Cerithium tricarinatum, Venus texta* et *Corbula angulata*.

» Les grès du Bois-Gouët passent, à leur partie supérieure, à des marnes blanches et verdâtres, sans fossiles (4), analogues aux couches supérieures de Campbon et représentant les *caillasses* du calcaire grossier.

» C'est immédiatement au-dessus de ce terrain, dont je n'ai pu observer la limite supérieure, que se place la série des couches du miocène inférieur, *argile verdâtre* (5), *calcaire marin à archiacines* (6), *calcaire à limnées* (7) et *meulières* (8), dont j'ai déjà fait connaître la succession [2].

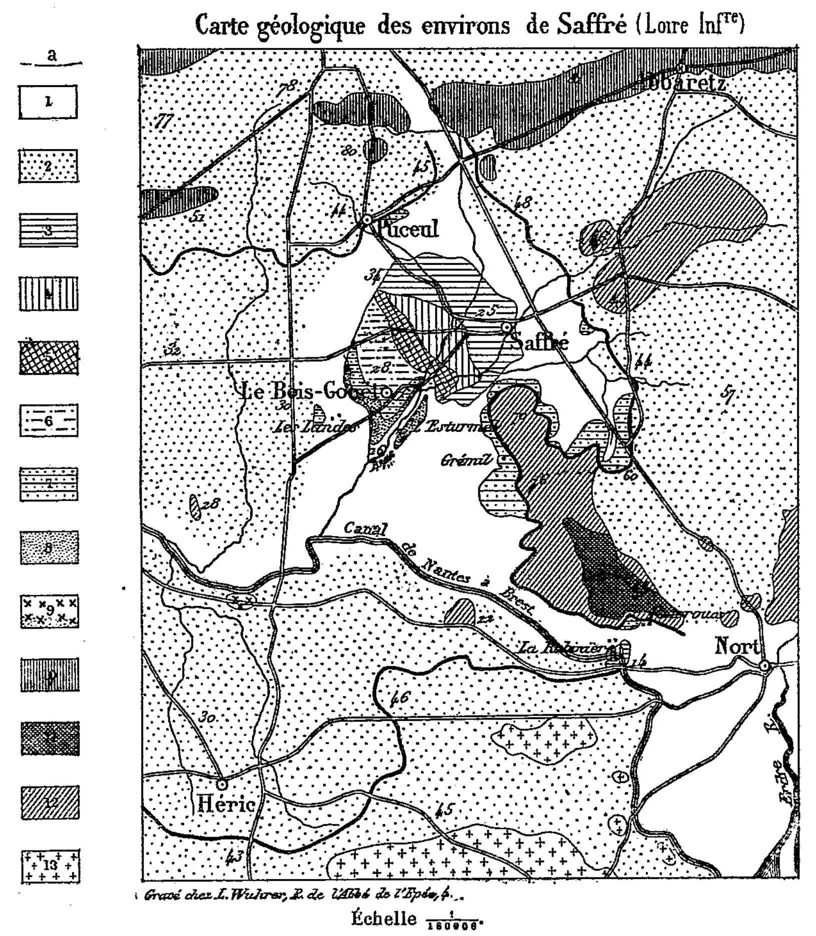
---

[1] *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. VI, p. 82.

[2] *Comptes rendus*, 23 décembre 1878.

» Il existe donc en Bretagne une importante lacune, correspondant aux *sables de Beauchamp* et à l'*éocène supérieur*.

» J'ai acquis la certitude que la base du dépôt miocène, que je n'avais pu observer jusqu'à présent, est constituée par une argile verdâtre (5), sans fossiles, comparable par sa position aux argiles inférieures à *Natica crassatina*, de Rennes. Cette couche a été rencontrée dans plusieurs puits, sur 6m d'épaisseur, et dans le fond des carrières où l'on exploitait autrefois



Échelle $\frac{1}{160000}$.

a, contour du golfe tertiaire; 1, terrain quaternaire; 2, terrain quaternaire recouvrant les terrains anciens; 3, calcaire lacustre de Saffré (*calcaire de Beauce*); 4, calcaire marin à *Archiacines* (*sables de Fontainebleau*); 5, argiles inférieures; 6, marnes et argiles éocènes; 7, grès à végétaux et à cérites du Bois-Gouët; 8, sables coquilliers du Bois-Gouët (6, 7, 8, *calcaire grossier supérieur*); 9, serpentine; 10, quartzites; 11, houille; 12, schistes métamorphiques; 13, gneiss.

le calcaire marin de Saffré. Un lambeau de ce calcaire miocène existe à la

Rabinière, près de Nort, et présente à sa partie supérieure des couches lacustres à *Bithinia Dubuissoni*.

» J'ai déjà montré que le calcaire de Bréhain appartient à la même formation ([1]). J'en signalerai un nouveau gisement situé sur le bord de la Vilaine, à Langon. Jadis exploité au Hainlé et au Vaulais, le calcaire présente dans cette localité le même facies qu'à Rennes et repose sur des schistes ardoisiers. Les couches supérieures, formées d'argile verdâtre et de calcaire siliceux à cérites et cyrènes (banc des *Brûlemorts*, de Rennes), sont visibles dans la tranchée du chemin de fer, entre la station et le pays de Langon.

» Le miocène inférieur est donc représenté en Bretagne par cinq gisements : Rennes, Langon, Bréhain, Saffré et Nort.

» Le Tableau suivant résume la succession des phénomènes géologiques que nous déduisons de nos observations actuelles ou plus anciennes ([2]) sur la Bretagne :

		Terrains équivalents du bassin de Paris.		Bretagne. — Dépôts.	Phénomènes.
Miocène inférieur		Calcaire de l'Orléanais.		Manque.	Période d'émersion.
		Calcaire de Beauce.		Calcaire lacustre de Saffré.	Exhaussement. Lagunes.
		Sables de Fontainebleau.		Calcaire marin de Rennes et de Saffré.	» Mer.
					Affaissement.
Éocène	supérieur	Gypse.		Manquent.	
		Sables de Beauchamp, etc.			Période d'émersion.
	moyen	Calcaire grossier	supérieur.	Sables, grès et marnes du Bois-Gouët.	Exhaussement. Lagunes
			inférieur.	Le Four, Machecoul, Arthon.	» Mer.
					Affaissement.
	inférieur	Sables de Cuise, etc.		Manquent	Période d'émersion.

M. Ed. Saavedra adresse une réclamation de priorité relative à une théorie des voûtes (extrait d'une Lettre communiquée par M. Yvon Villarceau) :

« Dans le Cahier de mars dernier des *Annales des Ponts et Chaussées*, j'ai trouvé un résumé d'une théorie des voûtes, par M. de Perrodil, dont le développement se trouve dans un Ouvrage et dans deux articles du même auteur, que je me suis empressé de consulter. Je me crois en droit de revendiquer la priorité de cette théorie, car je l'ai établie pour la première fois en 1860, accompagnée de Tables toutes calculées pour l'application pratique dans mon Livre *Instruccion sobre la estabilidad de las construcciones*, p. 117.

([1]) *Comptes rendus*, 23 décembre 1878.

([2]) *Ibid.*

» J'ai publié, en outre, des expériences sur la déformation élastique des voûtes, en 1866, à la *Revista de obras publicas*.

» Comme je me réserve le droit de revenir sur cette théorie si j'en ai le loisir, en corrigeant certaines appréciations fautives dans lesquelles M. de Perrodil et moi nous sommes tombés, je tiens à faire cette déclaration, dont un ingénieur si distingué ne peut être nullement offensé. »

M. **Bruele** adresse quelques remarques sur l'utilisation médicale d'un sulfure double de mercure et de sodium, dont il communique la préparation.

M. **Peyraud** soumet à l'Académie une Note intitulée « Sur un signe de la mort réelle, tiré des caractères de l'eschare produite par l'application des cautères et en particulier par l'application du caustique de Vienne » (extrait) :

« La mort réelle peut être reconnue d'une façon pratique au moyen de l'application de cautères sur le sujet que l'on suppose mort : si l'eschare ne se produit pas, le sujet est *mort;* si elle est *jaune et transparente,* le sujet est *mort;* si elle est *noire* ou *rouge brun*, le sujet est *vivant.* »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 mai 1880.

OEuvres complètes de Laplace, publiées, sous les auspices de l'Académie des Sciences, par MM. les Secrétaires perpétuels; t. I, II, III. Paris, Gauthier-Villars, 1878; 3 vol. in-4°.

Comité international des Poids et Mesures. Procès-verbaux des séances de 1879. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 1879, 2e semestre. Nantes, Vve Mellinet, 1880; in-8°.

Œuvres du Dr Jules Guérin; 1re livraison. Paris, au bureau de la publication, rue de Vaugirard, 46, 1880; in-8°, avec Atlas in-4°.

Contribution à l'étude de la syphilis cérébrale; par le Dr E. MAURIAC. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1880; br. in-8°. (Extrait du *Journal de Médecine de Bordeaux.*)

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; collection in-8°, t. V (5e fascicule). Bruxelles, H. Manceaux, 1880; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 MAI 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

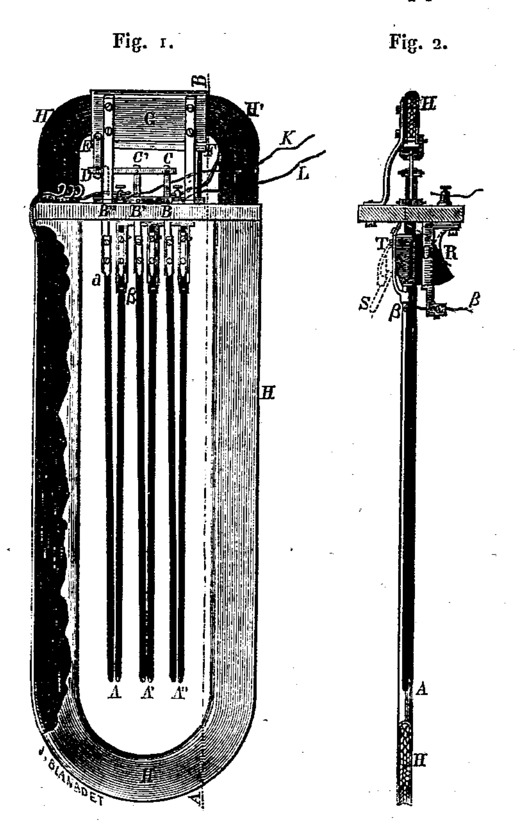
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur une lampe électrique automatique;* par M. **Jamin.**

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, dans sa séance du 17 mars 1879, le principe d'un brûleur électrique nouveau. J'ai réussi depuis à construire une lampe pratique que je vais décrire. Elle repose sur une base d'ardoise (*fig.* 1), que l'on fixera dans des globes ou des lanternes, suivant les besoins de la décoration, et qui soutient vers le bas une gouttière de cuivre HHH, large, mais peu épaisse, afin d'éviter les ombres, et vers le haut une autre gouttière en fer doux G, destinée à s'aimanter et à attirer une palette mobile EF. Le courant alternatif d'une machine Gramme passe d'abord dans un fil de cuivre fin, replié quinze ou vingt fois dans les deux gouttières, et qui constitue le circuit directeur. C'est au milieu de ce cadre et dans son plan que se placent les bougies ou couples de charbons entre lesquels va jaillir l'arc. Il y en a trois, mais on peut en placer un plus grand nombre si l'on veut prolonger l'éclairage. On introduit chacun de ces charbons dans un support tubulaire de cuivre où ils se tiennent verticalement, serrés par un ressort, la pointe en bas. L'opération n'offre aucune difficulté et n'exige aucune adresse. Il n'y a

point de matière isolante entre les charbons. Ceux de droite βA,... sont fixes et verticaux; ceux de gauche a,... pendent librement autour des articulations B, B', B'',...; les sommets de leurs supports sont reliés par une

Fig. 1. Fig. 2.



barrette CC' qui leur imprime un mouvement commun; la palette EF est rattachée par un levier ED à cette barrette, qu'elle pousse vers la gauche par son poids, ce qui rapproche les charbons jusqu'à ce que l'un d'eux vienne buter contre son compagnon. Il est à remarquer que le contact ne se fera que pour une seule des bougies, la plus longue, ou celle dont les pointes sont le plus rapprochées: c'est celle qui s'allumera.

» Le courant électrique, après avoir traversé le circuit directeur, arrive à la fois aux trois charbons mobiles et peut revenir indifféremment par les trois charbons fixes; il passe entre ceux qui se touchent et les allume. Aussitôt l'aimantation se fait, la palette EF est attirée, les trois couples de charbons s'écartent à la fois, deux restant froids et l'arc s'étalant dans le troisième. Il y persiste tant qu'il y a de la matière à brûler, maintenu aux pointes par l'action du courant directeur et y revenant nécessairement si

une cause étrangère l'en écartait. Quand le courant s'arrête, la palette retombe et le contact se rétablit; s'il passe de nouveau, les charbons se rallument et s'écartent comme la première fois. Ainsi l'allumage est automatique, instantané et renouvelable à volonté.

» Quand la première bougie est consumée, il faut qu'une autre lui succède. A cet effet, le porte-charbon de gauche, qui était resté fixe, est articulé à son sommet et peut se déplacer, non dans le plan du cadre, mais dans le plan perpendiculaire (*fig*. 2). Il est poussé par un ressort R, qui l'écarte; mais il est maintenu dans la verticale par un fil de laiton β, recourbé en crochet à son extrémité et qui passe à frottement dur dans une filière où un ressort le presse. Quand la combustion de la bougie a amené la flamme jusqu'en 1, elle fond le fil, un déclanchement se produit tout à coup, les deux charbons s'écartent brusquement, l'arc s'éteint, mais il se rallume aussitôt dans la bougie voisine. L'action est si prompte que l'on s'aperçoit à peine du changement et que les autres lampes du même circuit ne subissent aucun affaissement. Il faut remarquer d'ailleurs que cette substitution d'une bougie neuve à sa voisine usée ne se produit que toutes les deux heures, que le fil de laiton n'a été fondu qu'à son extrémité, qu'il suffit de couper sa pointe, de le recourber et de l'avancer un peu dans sa filière quand on veut remettre des charbons neufs, et qu'il sert un grand nombre de fois.

Un des plus grands inconvénients de l'éclairage électrique est l'extinction possible et subite d'une des lampes, ce qui entraîne aussitôt celle des huit ou dix bougies placées dans le même circuit, bien qu'elles soient en bon état. Les nôtres sont peu sujettes à ce danger; il faut pourtant le prévoir et y remédier. A cet effet, l'un de mes élèves, M. Krouchkoll, a imaginé un système de parachute dont la description serait trop longue; il a pour effet : 1° d'ouvrir, au moment même de l'accident, un circuit secondaire qui continue le courant à travers tous les appareils sains en supprimant son passage à travers la bougie malade; 2° de remplacer la lampe éteinte par une résistance égale, ce qui laisse les autres dans l'état où elles étaient d'abord. Cette addition est fort importante, en ce qu'elle permet d'allumer beaucoup ou peu de bougies, sans changer leur éclat.

» En résumé, notre lampe réunit plusieurs qualités essentielles : elle s'allume et se rallume autant de fois qu'on le veut; elle n'exige qu'un circuit pour toutes les bougies voisines; elle remplace automatiquement celles qui ont brûlé en totalité par des charbons neufs; elle n'emploie aucune matière isolante de nature à altérer la couleur des flammes ni aucune

préparation préliminaire des charbons, ce qui diminue notablement la dépense. Si à l'origine elle éprouvait, comme toutes les autres, des variations d'éclat, cela tenait, non à elle, mais à la préparation défectueuse des charbons; ces variations ont disparu depuis, grâce à M. Carré, à qui l'on doit déjà tant et qui vient de donner à ses charbons l'homogénéité nécessaire. Il nous reste à dire combien on peut allumer de bougies avec un travail donné, quelle est la quantité de lumière et de chaleur produites et à quelle distance on peut les conduire.

» J'ai employé dans ces recherches la machine Gramme; elle était actionnée par le moteur Otto, avec lequel on peut à chaque instant mesurer le travail dépensé, qui est rigoureusement proportionnel au nombre des explosions : il suffit de les compter. On sait que la machine Gramme est composée de deux organes distincts : la machine à lumières, constituée par des électro-aimants tournant rapidement dans un tore de fer enveloppé de fils induits, et une excitatrice à courants continus, qui ne sert qu'à aimanter les électro-aimants. Elle ne fait qu'un travail de préparation.

» Le courant qu'elle produit augmente rapidement avec sa vitesse. Si petite que soit cette machine, on peut toujours atteindre l'aimantation nécessaire; mais on est obligé à une dépense de force considérable et limitée par l'échauffement croissant de l'organe. J'ai réussi, en me laissant guider par la théorie et par une meilleure distribution des fils, à réduire la chaleur au quart et la dépense au tiers, tout en produisant le même effet.

	Machine primitive.	Machine modifiée.
Dépense en chevaux	$1^{ch},394$	$0^{ch},51$
Intensité du courant	0,98	0,90
Vitesse	1447	1433

» La dépense de travail, réduite à la moitié d'un cheval-vapeur, est devenue insignifiante.

» On a construit divers types de machine Gramme à lumière; les plus gros et les plus coûteux allument habituellement 24 bougies de $0^{m},004$; les plus petits sont destinés à en faire 4. Je me suis aperçu que ces derniers n'ont un si faible rendement que parce qu'on les emploie mal. Quand on leur donne peu de vitesse, ils prennent peu de force au moteur; quand on porte cette vitesse à 2500 tours, ils absorbent jusqu'à 10 chevaux, et, comme ce travail se transforme en chaleur dans les circuits, il est évident qu'on doit obtenir un nombre d'autant plus grand de foyers et une somme d'autant plus considérable de lumière que la vitesse est plus grande.

Cependant on ne l'a pas fait, parce que la chaleur développée dans la machine est telle, que les isolants fondent et que les fils brûlent. Il était bien facile de remédier à ce défaut en diminuant la résistance de la machine et en augmentant celle du circuit, ce que j'ai fait avec un succès complet et ce qui m'a permis d'allumer jusqu'à 24 foyers avec un moteur de 8 chevaux et la machine dite à quatre lumières.

» Je me contente de citer ici un des nombreux résultats de mes expériences :

Vitesse : 1530 *tours.*

Nombre de lampes.	Intensité		Dépense en chevaux de la machine	
	de chaque lampe.	totale.	totale.	par bougie.
1........	134	134	2,81	2,81
2........	113	226	3,58	1,79
3........	107	321	4,07	1,38
4........	105	420	4,43	1,11
5........	95	475	4,70	0,94
6........	96	576	4,91	0,82
7........	93	651	5,04	0,72
8........	92	736	5,11	0,64
9........	86	764	5,09	0,57
10........	74	740	5,07	0,51
11........	70	771	5,04	0,46
12........	62	740	5,01	0,42
13........	56	718	4,80	0,37
14........	50	700	4,60	0,32

» On remarquera que la dépense en chevaux ainsi que la lumière totale augmentent jusqu'à 9 lampes, puis que ces deux quantités diminuent ensuite. Il est clair que, si l'on veut avoir une grande totalité de lumière, il faut s'arrêter à ce maximum, mais que, si l'on veut avoir beaucoup de foyers plus faibles, il faut le dépasser : c'est ainsi qu'on arrive à 24 bougies de $0^{m},004$ de diamètre, ne demandant qu'un tiers de cheval chacun. Mais il vaut mieux s'arrêter à 2 bougies d'un demi-cheval; elles sont plus belles et moins sautillantes. A mesure que les charbons se perfectionneront, on reculera cette limite.

» Quant à la lumière de chaque lampe, elle diminue avec leur nombre; une seule avec la vitesse de 1500 tours vaut 134 carcels, 2 se réduisent chacune à 113, et quand on en a 14, elles ne valent plus que 50 : c'est la division d'une somme totale, avec un quotient décroissant.

» On peut remarquer que cette quantité de lumière est bien plus con-

sidérable que par les bougies ordinaires : la cause en est dans la direction des charbons, qui brûlent par le bas, non par le haut. Par le haut, on éclaire le ciel, ce qui est inutile; par le bas, on illumine le sol, ce qui est nécessaire. D'autre part, la flamme de l'arc, qui tend toujours à monter, abandonne les pointes et ne les réchauffe pas quand elles sont dirigées en haut; elle les enveloppe et les noie au contraire dans une atmosphère à énorme température quand elles regardent le sol, ce qui exagère notablement leur éclat et prévient leur refroidissement. Une comparaison photométrique de deux bougies identiques dans le même circuit a démontré que l'éclat des pointes en bas est cinq fois égal à celui des pointes en l'air. Bien que leur température soit énorme, la quantité de chaleur n'est pas grande, parce que le foyer est petit. J'ai comparé cette chaleur à celle d'une carcel en mettant successivement cette lampe et un brûleur électrique dans un même calorimètre. En moyenne et à lumière égale, la combustion de l'huile développe 45 fois autant de chaleur que l'arc électrique.

» Il ne me reste plus qu'à parler de la distance à laquelle on peut conduire la lumière; elle est d'autant plus grande que la machine tourne plus vite : avec 1500 tours, on peut introduire dans le circuit 1^{km} de fil de cuivre ayant $0^m,001$ de diamètre sans que la diminution d'éclat soit sensible; avec 2000 tours, on peut aller jusqu'à 4^{km} de ce fil ou 16^{km} de $0^m,002$. On conçoit ainsi la possibilité d'éclairer toute une grande ville par une usine unique rayonnant dans tous les sens.

» Les expériences et les essais multipliés auxquels j'ai dû consacrer mon temps exigeaient des moteurs, des machines, toute une installation qui dépassaient de beaucoup mes ressources. J'ai eu la bonne fortune de trouver un concours efficace et illimité chez M. Durrieu, président de la Société du Crédit industriel et commercial. J'ai trouvé également en M. Denayrouze, répétiteur à l'École Polytechnique, un collaborateur dévoué. Enfin deux de mes élèves, MM. Maneuvrier et Krouchkoll, ont exécuté avec moi toutes les mesures avec un zèle qui ne s'est jamais démenti. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de combustion des principaux gaz hydrocarbonés;* par M. Berthelot.

« 1. En publiant, il y a quelques mois (voir ce Volume, p. 779), mes expériences sur la chaleur de formation des oxydes de l'azote, exécutées par déto-

nation dans une petite bombe calorimétrique en tôle d'acier, platinée à l'intérieur, j'ai annoncé que je comptais employer le même appareil pour mesurer les chaleurs de combustion des principaux gaz hydrocarbonés : ce sont ces résultats que je viens présenter aujourd'hui à l'Académie. Ils comprennent tous les gaz formés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène qui ne se liquéfient pas au-dessus de 0°. Je reviendrai bientôt sur les gaz azotés et chlorés. Mes nombres expriment la chaleur de combustion à volume constant. C'est la chaleur de combustion à pression constante qui a été mesurée jusqu'ici; mais il est facile de passer de l'un des nombres à l'autre, d'après les formules données dans mon *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 115. On déduit encore de là la chaleur de formation.

1. *Oxyde de carbone.* — J'ai trouvé par détonation, pour $C^2O^2 = 28^{gr}$: 68,0 à volume constant; 68,3 à pression constante (¹). Par combustion ordinaire, j'avais trouvé, il y a quelques années, en brûlant le gaz pur, ce qui n'avait jamais été fait : 68,2; et par voie humide : 68,5 (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. V, p. 316, et t. XIII, p. 13). En admettant que C^2 (diamant) + $O^4 = C^2O^4$ dégage : + 94,0, on déduit de là :

$$C^2(\text{diamant}) + O^2 = C^2O^2, \text{ dégage : } +25,7.$$

» 2. *Hydrogène.* — J'ai trouvé par détonation, pour $H^2 = 2^{gr}$: 69,2. Il n'y a pas lieu de distinguer ici entre les chaleurs de combustion à volume et à pression constants, parce que le produit se liquéfie entièrement. Le nombre 69,2 se confond avec 69,0 que j'avais obtenu en prenant la moyenne des résultats antérieurs de Dulong, Hess, Grassi, Favre et Silbermann, et Andrews (²).

Les expériences postérieures de M. Thomsen (³) et de MM. Schuller et Wartha ne changent pas sensiblement cette moyenne.

(¹) D'après Favre et Silbermann, 67,3; Andrews, 68,1. M. Thomsen a annoncé depuis : 66,8, sans aucun détail; ce nombre est trop faible de 2,2 pour 100. Tous ces expérimentateurs ont opéré sur un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène, et non sur l'oxyde de carbone pur, que personne n'avait réussi à brûler avant mes expériences.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 360 (1865).

(³) M. Thomsen a donné 68,3, nombre un peu inférieur à ceux des autres expérimentateurs. L'importance que l'on attache à juste titre aux mesures de M. Thomsen m'engage à entrer dans quelques développements sur l'origine de cette divergence. En effet, l'écart me paraît attribuable, en partie aux erreurs commises de part et d'autre, en partie à l'emploi d'une méthode de compensation, fort analogue à celle de Rumford, pour corriger les pertes du refroidissement, laquelle n'est pas conforme aux usages actuels des physiciens.

» Non seulement les deux périodes répondant aux excès thermiques de signe contraire

» 3. *Cyanogène.* — J'ai donné dans le présent Volume (p. 781) la chaleur de combustion de ce gaz, par détonation : soit + 261,8 pour $C^4Az^2 = 52^{gr}$. Par combustion ordinaire, j'avais trouvé + 263,2. La moyenne, + 262,5, s'applique également à la combustion à volume constant et à la combustion à pression constante. On en déduit

$$C^4 (\text{diamant}) + Az^2 = C^4Az^2, \text{ absorbe : } -74,5.$$

4. *Formène :* C^2H^4. — Trois détonations ont donné, en tenant compte de la portion d'eau qui conserve l'état gazeux dans le récipient, pour $C^2H^4 = 16^{gr}$: 213,2; 214,3; 210,7; moyenne, 212,4 à volume constant, ce qui fait 213,5 à pression constante. Le poids du gaz brûlé a été conclu du poids de l'acide carbonique formé, mode d'évaluation qui s'applique également à tous les gaz suivants. Les mesures antérieures de Dulong

---

ne sont pas identiques, dans plusieurs des exemples cités par M. Thomsen, mais l'écart est d'autant plus réel que les chiffres publiés par cet auteur, comme les températures initiales et surtout finales de ses observations, ne résultent pas de lectures directes; car ils sont obtenus par un certain calcul de moyennes. En raison de cette manière un peu fictive d'enregistrer les résultats, la grandeur vraie de la correction due au refroidissement demeure inconnue.

Cette correction existe cependant au fond dans ce mode d'opérer, aussi bien que dans les autres ; mais sa valeur et son existence même y sont dissimulées par le procédé opératoire. Au lieu de masquer ainsi les corrections, je pense qu'il est préférable de les mettre en évidence. La chose est d'autant plus nécessaire que la loi théorique du refroidissement, sur laquelle s'appuient et la méthode de Rumford et celle de M. Thomsen, n'est pas conforme en général à la loi réelle du refroidissement des calorimètres. Ces deux méthodes supposent en effet que le refroidissement dépend uniquement de l'excès de température du calorimètre sur celle d'un thermomètre placé dans l'air au voisinage. Or les physiciens ont reconnu depuis longtemps que cette hypothèse ne représente pas le refroidissement véritable : celui-ci dépendant aussi de diverses conditions plus complexes, et susceptibles même de changer le signe du refroidissement calculé d'après la première hypothèse (voir, entre autres, les expériences publiées dans mon *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 199 à 205). C'est pourquoi M. Regnault, M. Pfaundler, M. de Marignac et moi-même, pour ne pas citer d'autres noms, nous avons remplacé ce procédé inexact de correction par d'autres, plus modernes et plus corrects, que les physiciens ont généralement adoptés (p. 207 à 210).

Si je donne ces renseignements, c'est afin de montrer l'origine des petites différences qui existent entre les chiffres des divers expérimentateurs, spécialement dans les déterminations ordinaires des chaleurs de combustion, expériences toujours assez longues. Dans les expériences de courte durée, les corrections étant insensibles, cette cause de divergence n'apparaît pas. La combustion par détonation est si rapide, qu'elle supprime aussi à peu près complètement ce genre de corrections : de même qu'elle supprime la correction due à la combustion incomplète des gaz hydrocarbonés, correction douteuse, et cependant inévitable dans les combustions ordinaires. Ce sont là de grands avantages du nouveau procédé.

avaient donné : 211,0; Favre et Silbermann : 209,0; Andrews : 209,8. L'écart entre ces nombres ne surpasse pas les erreurs d'expérience. Toutefois je regarde mon chiffre comme préférable, parce qu'il ne comporte aucune correction relative au caractère toujours incomplet des combustions ordinaires, et aussi parce que la mesure calorimétrique ne dure pas plus de trois minutes.

5. *Méthyle ou hydrure d'éthylène* : $(C^2H^3)^2$ ou C^4H^6. — La chaleur de combustion de ce gaz n'avait pas été mesurée jusqu'ici. Je l'ai préparé par l'électrolyse des acétates, suivant le procédé de M. Kolbe. J'ai trouvé par détonation, sur un échantillon dont la composition avait été vérifiée par des analyses spéciales : 384,6; 388,7; 389,7; en moyenne, 387,4 à volume constant, et 388,8 à pression constante, pour $C^4H^6 = 30^{gr}$.

6. *Éthylène* (diméthylène) : $(C^2H^2)^2$ ou $C^4H^4 = 28^{gr}$. — Quatre détonations ont donné 341,0; 341,4; 337,0; 341,9 : moyenne, 340,3 à volume constant; ce qui fait 341,4 à pression constante. Par la combustion ordinaire, Dulong avait trouvé 336,8; Favre et Silbermann, 332,0; Andrews, 334,4; Thomsen, 334,8; moi-même, 334,5; tous nombres moins exacts pour les motifs exposés plus haut ([1]).

7. *Acétylène* (protohydrure de carbone) : $(C^2H)^2$ ou $C^4H^2 = 26^{gr}$. — Deux détonations ont fourni 318,7 et 311,0 : moyenne 314,9 à volume constant; ce qui fait 315,7 à pression constante. J'avais trouvé antérieurement, par combustion ordinaire, 317,5; par voie humide, 321 ([2]). Ces nombres montrent les limites d'erreur. J'adopterai la moyenne : 318,1.

8. *Éther méthylique* (oxyde de méthyle) $(C^2H^3O)^2$ ou $C^4H^2(C^2H^4O^2 = 46^{gr}$. — Sa chaleur de combustion n'avait pas été mesurée. Trois détonations

---

([1]) Les expériences de M. Thomsen conduisent même à un nombre voisin de 340, si l'on écarte la correction suivante qu'il a cru devoir faire. Il a supposé que l'éthylène, préparé au moyen de l'alcool et de l'acide sulfurique, renfermait un huitième de formène (*Poggendorff's Annalen*, CXLVII, p. 386). Or, on sait que ce gaz est entièrement absorbable (à 1 pour 100 près), par le brome et par l'acide sulfurique concentré, ce qui en exclut le formène. L'excès d'hydrogène trouvé par M. Thomsen dans ses analyses, et qu'il a traduit par l'existence du formène, me paraît dû en partie à une combustion incomplète, en partie à la présence de la vapeur d'eau et de la vapeur d'éther. C'est en tenant compte de cette dernière que l'on arrive à 340.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX, p. 165; et t. XIII, p. 14. M. Thomsen a trouvé de son côté, par combustion ordinaire, + 311, chiffre un peu faible. Il admet d'ailleurs, dans son acétylène, la présence de 4 centièmes d'éthylène, gaz qui ne se rencontre pas dans l'acétylène préparé au moyen de l'acétylure cuivreux. L'excès d'hydrogène, base de son calcul, doit provenir d'une dessiccation imparfaite des gaz.

ont fourni 343,4; 340,0; 345,8; en moyenne, 343,1 à volume constant: ce qui fait 344,2 à pression constante.

9. *Hydrure de propylène* : C^6H^8. — Sa chaleur de combustion était inconnue. J'ai opéré sur deux échantillons distincts de ce gaz : l'un préparé en 1867, à l'époque où je l'ai découvert, et conservé depuis lors, avait été obtenu [1] dans la réaction de l'acide iodhydrique concentré sur l'éther cyanhydrique, $C^4H^4(C^2HAz)$, puis séparé de l'hydrogène formé simultanément par l'action de l'alcool absolu, dont je l'avais isolé ensuite de nouveau [2]. Il renfermait, d'après l'analyse, 97 pour 100 en volumes d'hydrure C^6H^8, 2 pour 100 d'hydrogène et 1 pour 100 d'azote. Sa combustion a fourni (hydrogène déduit) : 556,0 à volume constant.

» L'autre échantillon a été préparé ces jours-ci par la réaction de l'acide iodhydrique concentré sur l'éther isopropyliodhydrique. Il renfermait sur 100 volumes : 48,1 C^6H^8 ; 50,0 H; 1,9 Az. L'existence de l'hydrure de propylène a été vérifiée en l'extrayant de ce mélange par l'alcool, comme plus haut, le séparant du dissolvant et le soumettant à l'analyse eudiométrique. La détermination de la chaleur de combustion a été faite sur le mélange primitif, qui contenait à peu près moitié d'hydrogène. La chaleur de combustion de ce dernier étant déduite, j'ai trouvé pour l'hydrure de propylène : 547,8 à volume constant. Je prendrai la moyenne des deux chiffres observés avec ces deux échantillons, soit 551,9 à volume constant, et 553,5 à pression constante.

» Je dois dire ici que les expériences faites avec l'hydrure de propylène sont moins régulières qu'avec les autres gaz, et que j'ai dû écarter plusieurs combustions incomplètes, dues probablement à un commencement de liquéfaction du gaz dans les conditions des expériences.

» 10. *Propylène* (triméthylène) : $(C^2H^2)^3$ ou C^6H^6. — Sa chaleur de combustion était inconnue. Trois détonations ont donné : 509,1 ; 510,0 ; 498,6; soit en moyenne 505,9 à volume constant. D'où l'on conclut : 507,3 à pression constante, pour $C^6H^6 = 42^{gr}$.

» 11. *Allylène* : C^6H^4. — Sa chaleur de combustion était inconnue. J'ai opéré sur le gaz dérivé de l'acétone chlorhydrique, C^6H^5Cl. Cinq détonations ont fourni : 473,1 ; 459,7; 458,3; 473,2; 462,7; moyenne, 465,4 à volume constant; ce qui fait : 466,5 à pression constante. Les détonations des gaz très condensés, tels que les trois composés propyliques, fournissent des chiffres moins réguliers que celles des gaz plus légers.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XX, p. 480.
(2) *Ibid.*, p. 435.

» 12. Tels sont les résultats observés; je vais en résumer le tableau, pour en tirer quelques conséquences.

Gaz.	Formules.	Chaleur de combustion à pression constante.	Chaleur de formation depuis les éléments. Carbone diamant.	Carbone amorphe d'origine organique.
Hydrogène	H^2.	69,0		
Oxyde de carbone	C^2O^2.	68,3	+ 25,7	+ 28,7
Cyanogène	$(C^2Az)^2$ ou C^4Az^2.	262,5	− 74,5	− 68,5
Formène	C^2H^4.	213,5	+ 18,5	+ 21,5
Méthyle	$(C^2H^3)^2$ ou C^4H^6.	388,8	+ 6,5	+ 12,5
Éthylène	$(C^2H^2)^2$ ou C^4H^4.	341,4	− 15,4	− 9,4
Acétylène	$(C^2H)^2$ ou C^4H^2.	318,1	− 60,4	− 54,4
Éther méthylique	$(C^2H^3O)^2$.	344,2	+ 50,8	+ 56,8
Hydrure de propylène.	C^6H^8	553,5	+ 4,5	+ 13,5
Propylène	$(C^2H^2)^3$ ou C^6H^6.	507,3	− 18,3	− 9,3
Allylène	C^6H^4	466,5	− 46,5	− 37,5

» 1° Ces nombres montrent d'abord que la chaleur de combustion d'un carbure d'hydrogène n'est jamais égale à celle de ses éléments. Elle est moindre pour les carbures saturés ou forméniques $C^{2n}H^{2n+2}$, l'écart étant plus grand d'ailleurs pour le formène que pour ses homologues plus élevés : c'est-à-dire que la chaleur dégagée par la formation du formène depuis les éléments est la plus grande, caractère qui s'accorde avec sa stabilité relative. Pour les hydrures de propylène et d'éthylène, l'écart est à peu près le même; et si le chiffre demeure constant pour les homologues plus élevés, on pourrait admettre, sans sortir des limites d'erreur des expériences, que leur chaleur de combustion se confond avec la somme de celle du carbone (diamant) et de l'hydrogène qui les forment.

» 2° La chaleur de formation des autres carbures est négative, l'écart s'accroissant à mesure que le carbure est moins hydrogéné. En d'autres termes, l'acétylène joue le rôle d'un radical, par rapport à l'éthylène et au méthyle, et la même relation existe entre l'allylène, le propylène et l'hydrure de propylène. J'ai insisté ailleurs sur ce caractère général de l'acétylène, qui se traduit de la façon la plus nette dans toutes ses réactions. Le cyanogène offre le même caractère.

» 3° La fixation de H^2 sur l'acétylène dégage + 45; sur l'allylène + 28,2, le caractère propre de la série homologue étant plus accentué dans son premier terme, conformément à ce qui a été dit pour le formène.

» 4° La fixation de H^2 sur l'éthylène dégage + 21,9; sur le propylène + 22,8 : c'est à peu près le même chiffre.

» 5° Entre deux homologues consécutifs, les écarts des chaleurs de combustion sont : dans la série forménique, 175,3 et 164,7; dans la série éthylénique, 165,9; dans la série acétylénique, 148,4 : la combustion de C^2 (diamant) + H^2 étant 163. Il est probable que cette dernière valeur se retrouverait de plus en plus vérifiée, à mesure qu'on s'élèverait dans les séries.

» 6° Les deux gaz dont la composition est la même avec des condensations inégales, l'éthylène et le propylène, sont formés, depuis les éléments, avec des absorptions de chaleur très voisines.

» C'est ici le lieu de faire observer que le calcul des chaleurs de formation des composés organiques au moyen des chaleurs de combustion est irréprochable en principe, mais qu'il ne doit être employé qu'avec des réserves croissantes, à mesure que la chaleur de combustion rapportée au poids moléculaire devient plus considérable. En effet, les petites différences tendent de plus en plus à se confondre avec les erreurs d'expérience, qui peuvent s'élever à 1 centième ou plus. Par exemple, on ne doit rien conclure d'une différence voisine de 3 à 4 unités dans la série éthylique, de 5 à 6 unités dans la série propylique, de 8 à 10 unités dans la série amylique, etc. Cette remarque doit toujours être présente à l'esprit, lors des déductions tirées des chaleurs de combustion. Aussi est-il préférable, dans l'étude thermique des réactions organiques, de les effectuer par voie de transformations directes au sein du calorimètre.

» 7° On pourrait discuter ici la chaleur de formation des alcools au moyen des carbures, ainsi que celle de l'éther méthylique ; mais je préfère réserver ce sujet pour l'époque prochaine où j'exposerai les chaleurs de combustion des gaz chlorés, sulfurés, azotés, etc. J'observerai seulement aujourd'hui que la chaleur de combustion de l'éther méthylique est fort voisine de celle de l'éthylène, dont il diffère par les éléments de l'eau. »

ASTRONOMIE. — *Sur les idées cosmogoniques de Kant, à propos d'une réclamation de priorité de M. Schlötel.* Note de M. **Faye**.

« M. Schlötel, de Würzbourg, écrit à l'Académie :

« Je ne suis pas assez familiarisé avec l'historique des Sciences mathématiques et physiques pour pouvoir personnellement donner de la valeur à mes réclamations de priorité contre des reproductions de mes idées, et il me serait en ce moment difficile de songer à compléter cette partie de mon instruction; mais il est un fait, c'est que M. Faye ne peut

revendiquer comme sa découverte de l'an 1880 les idées qu'un dilettante avait, dès l'année 1871, laissé tomber de sa plume. La réclamation de priorité ne se rapporte qu'à la seconde partie du Mémoire de M. Faye, à commencer par la page 569 ([1]). Elle est fondée sur une petite brochure de 40 pages, intitulée : *Sur l'origine du monde d'après le Dr Cornelius, tragi-comédie d'un concours académique*.

» Dans cette brochure, en effet, il est dit, à la page 12, avec une intention de blâme : « une rotation pourrait aussi s'établir par la même cause (mouvement dans un milieu ré- » sistant), et c'est là ce qu'il n'a pas remarqué ». M. Faye se prononce d'une manière analogue page 598, en disant qu'un anneau de Saturne constitué de particules discrètes devrait avoir une rotation inverse de celle que nous observons. Il ne tient pas compte de la division de l'anneau que notre philosophe Kant avait prédite.

» Page 14, sur la concordance remarquable des orbites de toutes les planètes, je dis : « La faible excentricité s'explique aussi dans la supposition d'un milieu résistant; seule- » ment, dans ce cas, Mercure devrait avoir la plus petite excentricité et non la plus grande. » La faible inclinaison des orbites s'expliquerait déjà par les perturbations mutuelles des » planètes ou bien en tous cas par les perturbations de longue durée produites par les » étoiles fixes. Les très faibles inclinaisons des planètes extérieures concorderaient particu- » lièrement avec cette manière de voir. On pourrait aussi les expliquer par le milieu résis- » tant en attribuant à chacune de ses particules des mouvements originaux qui auraient pu » faire naître une rotation commune de tout le milieu, rotation qui se serait développée » après maintes perturbations et états intermédiaires. Alors les planètes qui étaient par- » venues dans ce milieu animé d'un mouvement de rotation durent inévitablement appro- » prier de plus en plus leurs orbites à la rotation commune, tandis que leur propre rotation » fut à peine influencée. D'ailleurs, ces considérations ne peuvent suffire à expliquer tous » les phénomènes connus, par exemple la conformité de la rotation de toutes les pla- » nètes. »

» Ensuite, six lignes plus loin : « Cette théorie ne fait aucune supposition inadmissible ; » les faits qu'elle contient sont en partie indubitables; elle explique presque tout, si toute- » fois elle explique quelque chose. Mais il semble que l'accélération du mouvement de ro- » tation, provenant de la contraction du globe gazeux, suffit seulement à compenser la » diminution du volume quant à son influence sur la force tangentielle, et qu'elle est inca- » pable de faire équilibre, même approximativement, à l'augmentation de la force centrale » qui résulte également de la concentration. De même l'aplatissement de la sphère gazeuse, » résultant de l'accélération de la rotation, augmente la force centrale sans affecter la force » tangentielle, surtout si ce globe est composé de particules ténues, solides, ou fluides. » Cela est, je crois, concordant avec la nouvelle théorie de M. Faye. »

» M. Schlötel cite encore deux brochures de lui : l'une de 1874, contre l'Académie des Sciences de Berlin et contre son éminent secrétaire; l'autre, de l'an dernier, intitulée *Nobilingschrift*, qui doit être parvenue, assure-t-il, à l'une des Sections de l'Institut. Il termine en disant :

([1]) Il s'agit de ma Note du 15 mars.

« J'ai présenté cet ensemble de Notes pour éviter à vos astronomes le chagrin de reproduire de vieilles théories et observations d'un dilettante. Si les académiciens français, pareils à leurs confrères allemands, font la sourde oreille à tout ce qui vient de moi, le droit n'en sera pas moins de mon côté (*so soll mir auch das Recht sein*). J'attends seulement que, si je vous prends sur mes brisées, la faute soit publiquement et honnêtement reconnue. »

» Je crois bien voir que M. Schlötel, dans sa brochure de 1871, s'est inspiré des idées de Kant et d'Herschel que l'on comprend ordinairement sous le nom anglais de *nebular hypothesis,* idées qui ont assurément un point de départ commun avec celles que j'ai exposées dernièrement à l'Académie (ce que je n'ai pas omis de faire remarquer), mais il m'est impossible de reconnaître la moindre analogie entre les citations de M. Schlötel et les idées qui me sont propres. L'auteur allemand me suppose même, en plusieurs endroits, des opinions dont je n'ai pas besoin de prouver que je suis fort éloigné.

» En présentant à l'Académie la critique de l'hypothèse de Laplace et en cherchant à la corriger, je ne pouvais prétendre à faire l'historique de cette grande question ; je me suis borné à rappeler sommairement les idées et les découvertes d'Herschel. Si j'avais eu plus de temps ou de place, j'aurais fait mention de l'essai cosmogonique de Kant, qui, malgré des erreurs manifestes, n'en est pas moins, après Descartes, l'initiateur par excellence de la *nebular hypothesis*. La Lettre de M. Schlötel, en rappelant le nom de son illustre compatriote, est pour moi une occasion de combler cette lacune. Je le fais avec d'autant plus de plaisir que les idées de Kant sur la Cosmogonie sont beaucoup moins connues en France que ses grands travaux de Philosophie pure.

» Le début de Kant est identiquement le même que celui de Laplace ; mais Kant reporte à Descartes la conception première d'un univers formé sous l'empire des lois mécaniques, ainsi que le faisait dernièrement encore avec tant de raison M. Daubrée, dans une Notice savante consacrée tout entière à remettre en lumière les idées cartésiennes sur la Cosmologie et la Géologie. Voici la traduction ou plutôt la paraphrase d'un article de son Opuscule intitulé : *La seule base possible d'une démonstration de l'existence de Dieu*. Ne pas oublier que cet écrit de Kant date de cent vingt ans (1763).

» Le spectacle des planètes circulant toutes dans le même sens autour du Soleil, précisément dans le sens où le Soleil tourne lui-même sur son axe, et presque dans le plan de cette rotation, a depuis longtemps con-

vaincu les investigateurs que le système solaire tout entier devait avoir une origine mécanique. Les Cartésiens ont expliqué cette origine par la doctrine des tourbillons, doctrine qui a survécu longtemps aux coups décisifs que Newton lui a portés. Nous savons aujourd'hui que les tourbillons moteurs des planètes ne se trouvent nulle part dans le ciel, et que même les queues des comètes se meuvent à travers leurs gyrations prétendues, sans en être troublées le moins du monde.

» Il faut avouer pourtant que, du moment où l'espace est vide de toute matière sensible, on ne voit plus comment on pourrait assigner une origine mécanique au mouvement commun des planètes autour du Soleil, à moins d'admettre que Dieu est intervenu et qu'il les a lancées dans l'espace, juste dans la direction et avec la vitesse nécessaires pour leur faire décrire leurs cercles actuels autour du Soleil (1). Mais ce serait là une excursion par trop forte hors du cadre de la Science. En réalité, il n'y a qu'un moyen de sauver l'idée d'une origine mécanique : c'est d'admettre que l'espace planétaire où règne aujourd'hui le vide a été autrefois rempli de matière, de manière à produire, dans la sphère d'action du Soleil, un mouvement commun autour de lui. Car, comme ces corps et le Soleil lui-même ont dû se former aux dépens de cette matière éparse, leurs mouvements actuels ne peuvent résulter que de ceux dont ils étaient animés à l'état de diffusion.

» Supposons donc que, dans l'espace occupé par ces matériaux, il se soit trouvé quelque centre d'attraction prédominante; c'est là que se sera formé plus tard le Soleil. De là aussi une tendance générale de toutes les particules vers cette région, où la masse accumulée aura toujours été en augmentant. Mais, bien qu'au commencement chaque région présentât un mélange de matériaux de toute densité, on comprend que les parties les plus lourdes ont seules pu se frayer à travers ce chaos un chemin plus ou moins facile vers le centre d'attraction. Or les résistances éprouvées ne purent jamais être assez égales, assez symétriques, pour qu'il ne se produisît pas, dans la chute de tant de particules, une déviation

(1) Les Newtoniens ont même calculé à quelle distance du centre de chaque planète a dû passer l'impulsion première pour produire leurs doubles mouvements de rotation et de circulation. De cette hypothèse cosmogonique d'un moment est restée, chez les lettrés, l'idée qu'exprime Lamartine dans ces vers :

Et d'un pied dédaigneux la lançant dans l'espace (la Terre)
Rentra dans son repos.

quelconque dans un certain sens. Et même ici je retrouve cette loi de la nature d'après laquelle les mouvement gênés par des chocs, des obstacles, des frottements de toute sorte, se déterminent finalement dans la direction de la moindre résistance. De cette tendance commune à beaucoup de parties, il a dû résulter des actions latérales dont la résultante a produit une circulation commune dans un sens déterminé. Et comme les particules qui ont formé le Soleil lui arrivaient avec ces mêmes déviations, cet astre a dû prendre lui-même une rotation conforme à la circulation générale.

» Il résulte d'ailleurs des lois de la gravitation que les molécules animées primitivement de vitesses quelconques ont dû traverser le plan de cette circulation génerale, c'est-à-dire celui qui est devenu plus tard l'équateur solaire. Dès lors elles ont dû s'accumuler dans le voisinage de ce plan, se pousser, se choquer les unes les autres jusqu'à ce qu'elles aient réussi à prendre la direction où elles n'exerçaient plus les unes sur les autres que la moindre action. Autrement dit, les seules particules qui aient pu se mouvoir sans éprouver des chocs ou des résistances incessantes furent celles qui possédaient juste la vitesse et la direction nécessaires au mouvement dans des cercles concentriques. Les autres, et ce fut le plus grand nombre, tombèrent avec une vitesse continuellement entravée vers le centre d'attraction prépondérante et y formèrent le Soleil.

» Je laisse au lecteur réfléchi le soin de développer l'accord que cette théorie présente avec plusieurs particularités remarquables du système solaire. Ainsi les agrégats formés dans les régions les plus éloignées du centre et surtout du plan fondamental du système, c'est-à-dire les comètes, n'ont pu acquérir la régularité des mouvements circulaires dont les planètes sont animées. Enfin, bien que l'espace planétaire ait été ainsi vidé de tous ses matériaux, il a pu se trouver des particules très légères venant également des régions les plus lointaines, et qui depuis se seront mues librement en cercle autour du Soleil, sans se réunir en globes planétaires : telle serait l'explication de la lumière zodiacale.

» Voilà, sauf une erreur capitale, de grandes idées, de nobles spéculations dont on est heureux de se rapprocher par quelque côté. Quel dommage que le grand philosophe de Kœnigsberg n'ait pas insisté sur la pensée suivante :

« Maintenant que la doctrine des tourbillons, cet instrument favori de tant de systèmes, a passé de la sphère des réalités dans le limbe Miltonien des chimères, il serait bien digne des efforts d'un philosophe de chercher positivement, sans recourir à des moyens de pure imagination, si la nature ne nous présente pas d'elle-même l'explication de ces impulsions

qui dirigèrent dans un même sens la circulation des planètes. Et cela suffirait, puisque tout le reste se déduit de la donnée de la gravitation. Du moins je peux dire que le plan de ma théorie ne s'écarte pas de la règle de l'unité, puisque les impulsions latérales elles-mêmes résultent de cette force naturelle. »

» Kant, en écrivant ces mots, sentait donc le point faible de son système qui ne pouvait aboutir qu'à un Soleil sans planètes. Il y manque, en effet, ce que le cartésianisme lui aurait donné, à savoir une gyration préalable dont les éléments subsistent aujourd'hui dans la circulation des planètes et dans la rotation de tous les corps. Il lui manque ce que Laplace a commencé par se donner, à savoir la rotation du Soleil, ou bien encore cette remarque qui me sert de point de départ, à savoir que, le centre de gravité de la nébuleuse primitive étant incontestablement animé d'une translation dans l'espace (vers la constellation d'Hercule actuellement), cette translation devait être accompagnée, dès l'origine, d'un mouvement de rotation ou de tourbillonnement général, dont le monde des nébuleuses nous offre effectivement plus d'un indice. On verrait bien mieux les défauts de ce système cosmogonique si je citais ici ce que Kant imagine pour expliquer les anneaux de Saturne et aboutir à assigner trop hardiment à cette planète une rotation de $5^h 40^m$, alors qu'Herschel devait, peu d'années après, obtenir, par ses mesures, une durée de $10^h 29^m 17^s$. Il n'en est pas moins vrai que le début de son hypothèse cosmogonique a été pleinement vérifié par les brillantes découvertes d'Herschel sur les nébuleuses, et par tout ce que nous savons aujourd'hui de ces amas de matériaux diffus. Ce début est désormais le seul acceptable; il se substitue forcément à l'idée de Laplace, et, si l'on veut aller plus loin et comparer plus d'un passage de Kant à ce que nous pouvons faire aujourd'hui, on rencontre des traits de ressemblance dont on a droit d'être fier. Quant à la réclamation de M. Schlötel, s'il était vrai qu'il se trouvât de pareilles analogies entre nos travaux et ce que l'auteur nomme lui-même des fantaisies tombées du bout de sa plume, il n'y aurait pas lieu sans doute d'éprouver le même sentiment. Si elles existaient pourtant, ce dont on ne se douterait guère d'après les extraits qu'il nous adresse, on n'hésiterait pas à le reconnaître; mais il faudrait pour cela qu'au lieu de nous envoyer des passages qu'on est porté à juger très défavorablement, peut-être parce qu'ils sont tronqués, l'auteur eût mis sous les yeux de l'Académie la tragi-comédie elle-même du docteur Cornélius. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre, qui remplira, dans la Section de Mécanique, la place laissée vacante par le décès de M. le général *Morin*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Bresse	obtient	....	32 suffrages
M. Maurice Levy	»	....	22 »
M. Boussinesq	»	....	2 »

M. Bresse, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide citrique*. Note de MM. E. Grimaux et P. Adam.

« L'acide citrique est un acide-alcool tribasique et tétratomique; ses relations avec l'acide aconitique et l'acide tricarballylique, sa transformation en acétone par oxydation ont permis d'établir sa constitution et de déterminer les places relatives des éléments dans la molécule.

» On arrive ainsi à la formule suivante,

$$\begin{array}{l} CH^2-CO^2H \\ \;|\;\diagup OH \\ C \\ \;|\;\diagdown CO^2H \\ CH^2-CO^2H, \end{array}$$

formule qui a été déjà proposée par M. G. Salet en 1868. En la prenant pour point de départ de nos recherches synthétiques, nous en prouvons l'exactitude par le succès de nos tentatives.

» En considérant cette formule, on voit que l'acide citrique se rattache à l'acétone ou plutôt à l'alcool isopropylique; on peut le représenter comme dérivant de 1^{mol} d'alcool isopropylique, dont 3^{at} d'hydrogène sont remplacés par le groupe CO^2H, résidu de l'acide formique CH^2O^2, et qui caractérise les acides organiques, comme l'a montré Gerhardt.

» On peut encore rapprocher l'acide citrique de l'acide acétonique ou oxy-isobutyrique $C^4H^8O^3$, que Stædeler a obtenu par l'action de l'acide cyanhydrique et de l'acide chlorhydrique sur l'acétone.

» L'acide acétonique étant

$$C^4H^8O^3 = \begin{matrix} CH^3 \\ | \\ C\begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown CO^2H \end{matrix} \\ | \\ CH^3 \end{matrix}$$

et l'acide citrique

$$C^6H^8O^7 = \begin{matrix} CH^2-CO^2H, \\ | \\ C\begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown CO^2H \end{matrix} \\ | \\ CH^2-CO^2H \end{matrix}$$

on voit qu'il suffirait d'introduire dans l'acide acétonique deux groupes CO^2H pour obtenir l'acide citrique. On y arriverait évidemment en partant de l'acide acétonique bichloré

$$\begin{matrix} CH^2Cl \\ | \\ C\begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown CO^2H \end{matrix} \\ | \\ CH^2Cl \end{matrix}$$

dans lequel 2^{at} de chlore remplaceraient chacun 1^{at} d'hydrogène des groupes CH^3; il n'y aurait qu'à remplacer ensuite ces 2^{at} de chlore par le cyanogène, puis à saponifier ce cyanure par les acides ou les alcalis, suivant la méthode bien connue indiquée en 1847 par MM. Dumas, Malaguti et Le Blanc, et que M. Simpson a appliquée à l'obtention des acides polyatomiques.

» Comme on ne saurait penser à obtenir directement le dérivé bichloré de l'acide acétonique, qui s'oxyde sous l'influence du chlore ainsi que tous les acides-alcools, nous avons dû chercher un moyen détourné pour préparer ce dérivé, en traitant l'acétone dichlorée elle-même par l'acide cyanhydrique et l'acide chlorhydrique.

» Mais il existe deux acétones dichlorées isomères, l'une provenant de l'action du chlore sur l'acétone, l'autre formée par l'oxydation de l'éther dichlorhydrique de la glycérine. Dans la première, les 2^{at} de chlore sont substitués à l'hydrogène du même groupe méthyle; dans l'autre, les atomes de chlore sont fixés à des atomes de carbone différents. La constitution de l'acide citrique nous montrait qu'il fallait prendre cette dichloracétone symétrique pour point de départ.

» Ces vues théoriques, qui ont précédé toute tentative expérimentale, ont été absolument confirmées; les faits se sont passés comme ils étaient prévus, et rien n'est venu donner un démenti à ces inductions. Voici comment nous avons opéré.

» La dichlorhydrine a été préparée au moyen de la glycérine et du chlorure de soufre, puis oxydée par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique. La dichloracétone symétrique a été purifiée par combinaison avec le bisulfite de sodium, puis chauffée au bain-marie avec de l'acide cyanhydrique concentré. La cyanodichloracétone, qui est un corps cristallisable, n'a pas été isolée, mais a été traitée par l'acide chlorhydrique. Après réaction, on distille dans le vide, on épuise par l'éther; l'éther laisse, après évaporation, un sirop épais qui se prend après quelques jours en une masse de cristaux d'acide dichloracétonique

$$C^4H^6Cl^2O^3 = \begin{array}{l} CH^2Cl \\ | \\ C \begin{array}{l} \diagup OH \\ \diagdown CO^2H \end{array} \\ | \\ CH^2Cl \end{array}$$

en lames transparentes, fusibles à 90°-92°, très solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, ne distillant pas sans décomposition, mais se sublimant par une douce chaleur sous la forme de lamelles entrelacées.

» L'acide dichloracétonique est alors saturé par du carbonate de soude et chauffé avec 2^{mol} de cyanure de potassium en solution concentrée. La liqueur renferme du dicyanacétonate de soude, dont on peut extraire l'acide dicyanacétonique; mais, pour le transformer en acide citrique, nous n'avons pas jugé nécessaire de l'isoler. On a saturé la liqueur d'acide chlorhydrique gazeux, chauffé au bain-marie pendant quinze heures, puis on a distillé dans le vide, et l'on a extrait l'acide citrique du résidu en le traitant avec précaution par un lait de chaux.

» Ce sel de chaux, insoluble, a été ensuite décomposé par l'acide sulfurique, et la solution, concentrée dans le vide, a été abandonnée à l'évaporation spontanée.

» Après deux à trois jours, il se sépare des cristaux que les caractères suivants identifient avec l'acide citrique. Ils sont durs, d'une saveur acide caractéristique, très solubles dans l'eau, moins solubles dans l'alcool, faiblement solubles dans l'éther; ils perdent, à 100°, 8,6 pour 100 d'eau : la formule $C^6H^8O^7, 2H^2O$ exige une perte de 8,5 pour 100. Séchés à 100°, ils donnent à l'analyse les chiffres de carbone et d'hydrogène exigés par la

théorie. Ils présentent au microscope les mêmes formes que l'acide citrique; mais les petites quantités que nous en avons eues jusqu'à présent ne nous ont fourni que des cristaux maclés, impropres à des déterminations cristallographiques. Ils fondent à 146°-147° comme l'acide citrique du citron, avec lequel nous l'avons comparé.

» Les propriétés du sel de chaux sont également caractéristiques : par l'addition d'eau de chaux en excès, l'acide ne donne aucun trouble à froid, mais se trouble à l'ébullition en déposant un précipité floconneux qui se redissout par le refroidissement; dissous dans un acide, puis additionné d'ammoniaque, ce précipité se forme de nouveau par l'ébullition, mais à l'état cristallin; enfin, comme l'acide citrique, il précipite l'acétate de cuivre à l'ébullition, et, quand ses solutions sont très étendues, le précipité de citrate cuivrique disparaît rapidement par le refroidissement.

» Tous ces caractères ne laissent aucun doute sur la nature de notre acide synthétique; malgré la complexité de sa molécule, l'acide citrique, le seul des acides végétaux qui avait échappé jusqu'ici à la synthèse, a pu être reproduit artificiellement, grâce à la connaissance exacte de sa constitution, donnée par les recherches analytiques. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les matières albuminoïdes du cristallin, au point de vue de la non-identité de celles qui sont solubles, avec l'albumine du blanc d'œuf et du sérum.* Mémoire de M. **A. Béchamp**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Dumas, Milne Edwards, Peligot, Fremy, Cahours.)

« Le sujet du travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est un des plus controversés. La matière albumineuse, soluble dans l'eau, que le cristallin du bœuf contient, est-elle spéciale, distincte de l'albumine du sérum sanguin, de celle du blanc d'œuf, de la globuline et de la caséine; ou bien faut-il l'identifier avec quelqu'une de ces substances en les supposant elles-mêmes différentes, ce qui est contesté? Cette matière est-elle unique, ou bien, comme quelques auteurs l'admettent, le cristallin contient-il deux matières albuminoïdes solubles différentes et suffisamment

caractérisées? Enfin, la matière insoluble dont les fibres cristalliniennes sont formées est-elle particulière et est-elle de nature albuminoïde?

» Selon Berzélius, qui le premier a fait l'analyse du cristallin, la matière soluble est unique; elle est coagulable par la chaleur et identique à la matière également coagulable du globule sanguin, supposée incolore et exempte de fer. De là les noms de *cristalline* et de *globuline* indifféremment donnés à la matière qui m'occupe.

» La même substance a été étudiée en tant qu'homogène et analysée, sous le nom de *cristalline*, par MM. Malder, Rüsing et Lehmann.

» M. Fr. Simon, qui avait cru la globuline semblable à la caséine, a reconnu deux substances dans la cristalline de Berzélius : à l'une il conserva le même nom; l'autre a été supposée être de l'albumine.

» Selon M. Alex. Schmidt, la partie soluble du cristallin contient une matière précipitable par l'acide carbonique, mais qui se redissout quand on expulse ce gaz par un autre gaz inerte; l'autre est simplement coagulable.

» MM. Fremy et Valenciennes ont nettement distingué deux matières solubles dans le cristallin de bœuf; elles sont inégalement coagulables. L'une a été nommée *métalbumine,* l'autre rapprochée de l'albumine, mais non confondue avec elle. Les mêmes auteurs ont reconnu que la matière insoluble des fibres cristalliniennes n'était pas identique avec la fibrine; mais l'analyse élémentaire la rapproche des substances albumineuses.

» Dans les recherches de MM. Brücke, Kühne et Panum, les choses paraissent beaucoup plus compliquées. Elles sont au contraire très simples dans celles de M. Lieberkühn. Selon cet auteur, la matière albuminoïde du cristallin qui est soluble n'est que de l'albuminate de potasse, ce qui la confond avec la caséine, qui ne serait pas autre chose, et avec l'albumine du sérum considérée comme albuminate de soude.

» Enfin, selon M. Vindschgau, il paraît bien y avoir des matières inégalement coagulables dans le cristallin; mais ce ne sont que des apparences, car, si l'on opère dans des circonstances identiques, l'albumine du sérum, celle du blanc d'œuf et celle du cristallin présentent les mêmes réactions et la même coagulabilité par la chaleur : toutes les différences s'effacent. L'opinion de M. Vindschgau prévaut, et l'on écrit que ce savant « a dé» montré l'identité de la globuline du cristallin et de l'albumine ».

» En résumé, pour la plupart des savants qui se sont occupés de la partie soluble du cristallin, rapprochements et distinctions reposent sur l'application d'une propriété contingente : la coagulabilité, qui dépend de conditions variées, et sur l'apparence ou la permanence du coagulum.

» La question que j'agite n'intéresse pas seulement l'histoire du cristallin; elle est plus haute, puisqu'elle touche au grave problème de l'unité substantielle des matières albuminoïdes.

» Le résultat des longues et minutieuses recherches auxquelles je me suis livré conduit : 1° à l'égard du cristallin, à admettre, dans sa partie soluble, deux matières albumineuses bien distinctes, et à nettement séparer, confirmant ainsi une ancienne observation de M. Fremy, la matière insoluble des fibres cristalliniennes de la fibrine; 2° à l'égard des matières albuminoïdes, à nier l'unité substantielle pour affirmer leur pluralité spécifique.

» Dans tout le cours de ces recherches, j'ai accordé une importance très secondaire au phénomène de la coagulation; mais j'ai donné une importance extrême à l'analyse immédiate et à la détermination des pouvoirs rotatoires, ne considérant comme pure une substance isolée que lorsque j'avais réussi à l'obtenir d'un pouvoir rotatoire constant. C'est le seul critérium de certitude que j'aie appliqué à des corps incristallisables.

» Les détails sont dans le Mémoire que j'ai l'honneur de déposer. Voici les noms, les propriétés et le pouvoir rotatoire des matières que j'ai isolées.

» La partie soluble contient :

» La *phacozymase*. — C'est une substance qui reste soluble dans l'eau après qu'elle a été précipitée par l'alcool. Sa solution, dans un certain état de concentration, commence à se coaguler vers 55° C. Elle fluidifie l'empois de fécule et peut arriver jusqu'à la transformation en dextrine et peut-être en glucose. Son pouvoir rotatoire est de $[\alpha]_j = 41^{\circ}\nwarrow$. Sa solution dans l'acide chlorhydrique fumant se colore en violet après qu'on l'a portée pendant quelques secondes à l'ébullition.

» La *cristalbumine*. — Elle devient insoluble dans l'eau lorsqu'elle a été précipitée par l'alcool, mais cette insolubilité ne se manifeste pas instantanément : au moment de la précipitation, si l'on ajoute de l'eau, elle se redissout. Son pouvoir rotatoire, en solution acétique, est $[\alpha]_j = 80^{\circ},3\nwarrow$; en solution ammoniacale, il est $[\alpha]_j = 76^{\circ},6\nwarrow$. Elle se colore en violet par l'acide chlorhydrique fumant, après ébullition.

» Il convient de noter que ces deux substances sont précipitées à l'état de combinaison plombique par l'extrait de Saturne et par l'extrait de Saturne ammoniacal, et que ces précipités, contrairement à ce qui arrive pour les albumines du blanc d'œuf et du sérum, ne sont pas décomposables par l'acide carbonique.

» Les deux pouvoirs d'inégales grandeurs que je viens de faire connaître

sont tels, que leur moyenne exprime sensiblement le pouvoir rotatoire de leur mélange dans la solution des parties solubles du cristallin. Cette solution, directement observée, a donné le pouvoir rotatoire $[\alpha]_j = 47^\circ,1$ ↖.

» Le pouvoir rotatoire des fibres cristalliniennes bien débarrassées de produits solubles par un lavage prolongé, en solution acétique, est $[\alpha]_j = 76^\circ,3$ ↖. Mais c'est là le pouvoir d'un mélange. Si l'on dissout ces fibres dans l'acide chlorhydrique très étendu, la solution filtrée fournit par l'ammoniaque un précipité blanc mat. Ce précipité, en solution acétique, a pour pouvoir rotatoire $[\alpha]_j = 80^\circ,2$ ↖, le même que celui de la cristalbumine. Je propose de nommer ce produit *cristalfibrinine*.

» La cristalfibrinine, dissoute dans l'acide chlorhydrique fumant, se colore difficilement et faiblement en violet, même après l'ébullition.

» N'est-il pas évident que, pour que l'on puisse identifier les matières albuminoïdes du cristallin avec les albumines du blanc d'œuf, du sang, du lait, la caséine, etc., il faut que toutes ces matières aient le même pouvoir rotatoire? Or, le Tableau suivant permet de se prononcer. Je mets en regard les pouvoirs rotatoires que j'ai obtenus pour les principales matières albuminoïdes et ceux des matières cristalliniennes qu'on a identifiées avec elles :

	$[\alpha]_j$ (° ')
Albumine du blanc d'œuf	40.0 ↖
» (en totalité)	42.0 ↖
Première albumine du blanc d'œuf	33.1 ↖
Deuxième albumine du blanc d'œuf	53.6 ↖
Troisième zymase du blanc d'œuf	70.8 ↖
Albumine du sérum	62.0 ↖
Caséine	110.0 ↖
Lactalbumine	64.8 ↖

	$[\alpha]_j$ (° ')
Matières solubles du cristallin (en totalité)	47.1 ↖
Cristalbumine	80.3 ↖
Phacozymase	41.0 ↖
Cristalfibrinine	80.2 ↖

VITICULTURE. — *Sur l'emploi des sables volcaniques dans le traitement des vignes attaquées par le Phylloxera.* Extrait d'une Lettre adressée par M. G. **Novi** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« L'ensablage tue mécaniquement le Phylloxera souterrain; mais, dans la plupart des cas, le sable des rivières ou des dunes ne possède pas de principes fertilisants; c'est pourquoi on y mêle des cendres, du guano, du

fumier de ferme, etc., en quantités considérables, ce qui augmente d'autant le prix de revient des 80^{lit} ou 100^{lit} de sable versés au pied de chaque cep.

» J'ai pensé à substituer aux sables stériles les sables des volcans, contenant jusqu'à 7 pour 100 de potasse et d'acide phosphorique. On augmente considérablement leur action fertilisante en les arrosant avec de l'urine. J'ai vu des ceps ainsi traités porter une quantité *triple* de grappes formées de grains beaucoup plus gros.

» D'après mes observations, les gaz qui se développent par la réaction de l'urine sur les terres volcaniques nuiraient considérablement à l'insecte; j'ai trouvé aussi qu'un mélange de *lapilli* (cendres, sables et boues qui ont enseveli Pompéi) était préférable à tout autre. Ces immenses couches naturelles de substances volcaniques, ces énormes amas de *lapilli* entassés par la main de l'homme pour arriver à continuer les fouilles dans cette ville morte, peuvent être livrés gratuitement par le Gouvernement italien et être embarqués tout près de Pompéi, sur le rivage même de la mer.

» On peut ajouter au mélange des huiles d'asphalte, de goudron, de résine et d'autres corps qui tuent l'insecte sans nuire à la vigne.

» Les expériences que j'ai faites depuis trente années sur les débris volcaniques animalisés m'inspirent la conviction qu'ils recèlent une grande fécondité et une singulière puissance d'effet comme moyen préventif et comme moyen répressif, quand ils sont mélangés avec des matières toxiques. »

M. A. Werebrinson soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Sur les inégalités séculaires du grand axe des orbites planétaires, du troisième ordre par rapport aux masses. »

L'auteur rappelle que l'Académie avait proposé cette question pour sujet d'un prix à décerner en 1878, et que la question fut retirée du Concours, aucun Mémoire n'ayant été présenté.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. J.-A. Pennès soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur l'emploi d'un liquide antiseptique. Ce Mémoire est accompagné de divers documents et de pièces anatomiques et zoologiques.

(Commissaires : MM. Fremy, Bouley, Alph. Milne Edwards.)

M. Gaugué adresse la description et le plan d'un moteur à air comprimé.

(Ce Mémoire est renvoyé à l'examen de M. Dupuy de Lôme.)

M. L. **Mauger** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

L'Académie reçoit, pour les divers Concours dont le terme est fixé au 1er juin, outre les Ouvrages imprimés mentionnés au Bulletin bibliographique, les pièces suivantes :

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES (Perfectionner en quelque point important la théorie des équations différentielles linéaires à une seule variable indépendante).

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe « Nihil optimum nisi mathesis et non est mortale quod opto ».

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe « Auxilio functionum abelianorum ».

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe « Per faciliora ad difficiliora deveniendum ».

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe « Nous sommes si malheureux que nous ne pouvons prendre plaisir, etc. ».

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe « C'est ici un Livre de bonne foy, lecteur ».

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

M. F. **Fournier** : « Moyen de transmettre à distance la force produite par de la chaleur. Moyen d'utiliser la chaleur des milieux ambiants, etc. ».

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES (Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique).

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe « Frappez et l'on vous ouvrira ».

CONCOURS BRÉANT.

M. V. **Burq** : « Sur l'action du cuivre contre le choléra ». Brochures et pièces manuscrites.

L'auteur prie l'Académie d'admettre au Concours Bréant les Notes et Mémoires qu'il a communiqués sur la même question depuis 1850.

PRIX BORDIN (SCIENCES MATHÉMATIQUES).

Anonyme. — Mémoire intitulé « Exposé d'un système de foyer fumivore pour usines et bateaux à vapeur et d'un nouveau système de chauffage pour locomotives, etc. ».

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe « Croire tout découvert, c'est une erreur profonde, etc. ».

PRIX BORDIN (SCIENCES PHYSIQUES).

M. **Gosselet**. — Une Brochure avec Atlas, intitulée « Esquisse géologique du nord de la France ». Cinq cahiers manuscrits intitulés « L'Ardenne et ses dépendances ». Six planches de coupes et une carte.

CONCOURS MONTYON (MÉDECINE ET CHIRURGIE).

M. E. **Ferray** : « De la bétulalbine, nouveau principe extrait du bouleau, etc. ». Mémoire et résumé.

M. **Boucheron** : « Du traitement du strabisme ».

M. J. **Rambosson** : « Propagation à distance des affections et des phénomènes nerveux expressifs ».

M. **Réal** : « Traitement de l'érysipèle ».

CONCOURS MONTYON (STATISTIQUE).

M. A. **Pamard** : « La mortalité dans ses rapports avec les phénomènes météorologiques dans l'arrondissement d'Avignon (1873-1877) ».

CONCOURS GAY.

M. A. **Chévremont** : « Les mouvements du sol sur les côtes occidentales de la France ».

M. J. **Girard** : « Étude sur les transformations littorales des côtes de France. »

CONCOURS DUSGATE.

M. G. **Le Bon** : « Recherches expérimentales sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations prématurées. »

CONCOURS BARBIER.

M. E. **Ferray** : « De la bétulalbine, nouveau principe extrait du bouleau; ses propriétés, son emploi, etc. » Mémoire et résumé.

MM. G. Le Bon et G. Noel : « Les variations fonctionnelles du système nerveux. Recherches expérimentales sur une nouvelle méthode d'étude de ces variations et sur son application à la Physiologie et à la Médecine ».

Anonyme : « Plusieurs pièces manuscrites et imprimées : « Sur les propriétés caustiques et locales du bromure de potassium. »

Anonyme : « Des eaux distillées ».

CONCOURS BOUDET.

M. A. Guérin : « De l'action des germes ou ferments sur la production de l'infection purulente et de l'infection putride. » Ce Mémoire est accompagné de quatre Notices imprimées.

M. Déclat : Mémoire avec Notes additionnelles.

CONCOURS GEGNER.

Anonyme : « Sur les principales opérations de l'Arithmétique ».

CONCOURS PLUMEY.

Anonyme : « Réflexions d'un observateur sur l'emploi de l'hélice dans la navigation maritime et fluviale, etc. ».

CONCOURS VAILLANT.

M. L. Godefroy : « Sur un avertisseur téléphonique. »

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe « Ce que nous connaissons est peu; l'inconnu, c'est tout ».

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces de la Correspondance, l'Ouvrage intitulé « La Phytographie, ou l'art de décrire les végétaux », par M. *Alph. de Candolle,* Associé étranger de l'Académie.

L'auteur, considérant que l'art de décrire est intimement lié à l'art d'observer, de comparer et de classer sous des noms réguliers les faits ou les phénomènes, s'attache à montrer combien l'importance des descriptions bien faites s'accroît avec le nombre des espèces qu'il s'agit de mettre en ordre. Un savant illustre, Cuvier, signalait l'Histoire naturelle comme ayant sa place marquée dans l'éducation de la jeunesse. « De même que la

Géométrie lui apprend la logique, disait-il, de même l'histoire des êtres organisés et leur classification naturelle lui apprennent la méthode. Il n'est pas rare de rencontrer dans le monde, ajoutait-il, des administrateurs qui font remonter à leurs études de Botanique et aux habitudes qu'ils en ont contractées la facilité avec laquelle ils rangent les pièces brouillées d'un dossier compliqué. » N'en était-il pas lui-même le plus éclatant exemple ?

M. de Candolle fait remarquer avec raison que ce n'est pas dans les études anatomiques ou physiologiques qu'il faut chercher cette initiation à la méthode, mais dans la détermination des espèces et dans leur classement par genres et groupes naturels. Cette remarque mérite l'attention particulière des personnes chargées de l'enseignement de la jeunesse.

M. Alph. de Candolle est appelé, par l'objet même de son Ouvrage, à traiter la question, toujours renaissante, de la formation des noms des genres et de ceux des espèces. Doivent-ils être significatifs sous peine de se convertir en longues phrases? Ne vaut-il pas mieux les choisir courts, sonores et insignifiants? Question que chaque génération et chaque science voient renaître, et dont la solution ne sera peut-être jamais la même au midi et au nord, quoique l'auteur ait opposé avec bonheur à la terminologie habituelle de la langue allemande, si riche en mots composés d'une longueur exagérée, la langue élégante et sobre de Linné et celle de l'auteur des *Métamorphoses des plantes,* Goëthe, qu'il offre en modèles à ses compatriotes.

L'art de décrire les végétaux repose sur l'observation directe de la nature et place au premier rang de ses ressources les herbiers, dont l'auteur fait ressortir avec une autorité incontestable le rôle prépondérant dans l'histoire du Règne végétal. Aussi s'est-il appliqué à faire connaître la collection publique ou privée dans laquelle se trouve chacun des herbiers renfermant des plantes authentiques et formés par des botanistes connus. Cette énumération, qui occupe près de deux cents pages de son Livre, constitue la mine d'informations la plus précieuse. Les ressources spéciales dont l'auteur est possesseur, et qui représentent près d'un siècle de travail non interrompu dans sa famille, pouvaient seules lui permettre de réunir ces indications, dont tout botaniste appréciera l'importance.

M. le Secrétaire perpétuel signale, en outre, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le second Volume de la deuxième édition du « Cours de Calcul différentiel et intégral » de M. *J.-A. Serret.*

2° Une brochure de M. *F. Le Blanc*, portant pour titre « Notice nécrologique de *Pierre-Antoine Favre* ».

ASTRONOMIE. — *Sur les réfractions de Bessel.* Note de M. **R. Radau.**

« Les réfractions que Bessel a publiées dans les *Fundamenta* ont été calculées à l'aide de formules qui supposent que la densité de l'air ρ décroît en progression géométrique. Bessel pose, en effet, $\rho = \rho_0 e^{-\beta s}$, où s représente l'altitude et β une constante dont la valeur numérique se déduit des réfractions observées, en même temps que celle de la constante α. Par vingt-quatre étoiles circompolaires de Bradley, Bessel trouve $\alpha = 57'', 538$, $\beta = 745'', 75$ pour une pression de $29^p, 6$ à $50°$F. et une température de $48°, 75$ F. ($50°$ du thermomètre de Bradley). Les réfractions moyennes des *Tabulæ Regiomontanæ* sont celles des *Fundamenta* multipliées par $1,00328$, afin de représenter les observations méridiennes de Kœnigsberg; mais, comme elles supposent $B = 29^p, 6$ à $0°$ C., l'augmentation se réduit, en réalité, à $0,00178$. L'écart n'est que de $1''$ pour $z = 85°$, et il disparaît si l'on rejette la correction assez problématique du thermomètre de Bradley. En admettant que la modification ne porte que sur la constante α, on trouve que, pour $B = 751^{mm}, 5$ à $0°$ C. et $t = 9°, 3$ C., la constante des *Tabulæ Regiomontanæ* est $57'', 726$, et celle des *Fundamenta* $57'', 625$. Mais cette constante n'a pas la même signification physique que dans la théorie de Laplace. En effet, soient μ l'indice de réfraction de l'air, h l'altitude, $s = \frac{h}{R+h}$, et posons

$$\mu^2 = 1 + 2c\rho, \quad \frac{\rho}{\rho_0} = 1 - \omega, \quad \alpha = \frac{c\rho_0}{1 + 2c\rho_0}, \quad A = \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{c\rho_0}{1 + c\rho_0},$$

la réfraction pourra s'exprimer par l'intégrale

$$(1) \qquad r = A \sin z \int_0^1 \frac{(1-s)\,d\omega}{\sqrt{\cos^2 z + 2s\sin^2 z - 2\alpha\omega}}.$$

» Bessel supprime le facteur $(1 - s)$, qui ne produit qu'environ $1''$ à l'horizon; mais on néglige ainsi les termes $-0'', 076 \tang z + 0'', 0018 \tang^3 z$, et l'erreur s'élève à $+0'', 075$ vers $45°$, à $+0'', 2$ vers $70°$, à $+0'', 6$ vers $85°$. Il en résulte que la valeur de α qui se déduit des réfractions observées est un peu trop faible, et qu'en conservant à cette constante sa

signification ordinaire on aura, pour les *Tabulæ Regiomontanæ*,

$$\alpha = 57'',801 = 0,0002802,$$

d'où $\mu_0 = 1,0002932$ pour $B = 760$ et $t = 0°$ C.

» La formule (1) est, d'ailleurs, la moins commode de celles dont on se sert habituellement. On aurait tout avantage à la remplacer par la suivante,

$$(2) \qquad r = A_0 \int_0^1 \frac{d\omega}{\sqrt{\cot^2 z + 2s - 2\alpha\omega}},$$

où $A_0 = A\left(1 + \frac{\alpha}{2} - \frac{l_0}{R}\right)$ est le coefficient de $\tang z$ dans la série de Laplace, et $l_0 = 7997^m(1 + 0,00366t)$. Cette formule est sensiblement exacte pour les distances zénithales moyennes; à l'horizon, elle est en erreur de $-1''$, tandis que la formule (1) l'est de $+1''$. En posant $\rho = \rho_0 e^{-\beta s}$, le théorème de Lagrange, appliqué de trois manières différentes, fournit les trois développements

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} r &= A_0\sqrt{2\beta}\left(e^{-\alpha\beta}\psi_1 + \alpha\beta e^{-2\alpha\beta}\psi_2 + \tfrac{3}{2}\alpha^2\beta^2 e^{-3\alpha\beta}\psi_3 + \ldots\right) \\ &= A_0\sqrt{2\beta}\left[\psi_1 + \alpha\beta(\psi_2 - \psi_1) + \tfrac{1}{2}\alpha^2\beta^2(3\psi_3 - 4\psi_2 + \psi_1) + \ldots\right] \\ &= A_0\sqrt{\frac{2\beta}{1-\alpha\beta}}\left\{\psi_1 + \frac{\alpha\beta}{1-\alpha\beta}\left[\psi_2 - \left(\frac{3}{2} + T^2\right)\psi_1 + \frac{1}{2}T\right] + \ldots\right\}, \end{aligned} \right.$$

où $\psi_n = \sqrt{n}\,\psi(\sqrt{n}T)$, et

$$\psi(T) = \int_T^\infty e^{T^2 - t^2} dt.$$

» Dans les deux premières séries, $T = \sqrt{\frac{1}{2}\beta}\cot z$; dans la troisième, $T = \sqrt{\frac{\frac{1}{2}\beta}{1-\alpha\beta}}\cot z$. En prenant $\alpha = 57'',801$, $A_0 = 57'',750$, cette dernière donne, pour $z = 90°$,

$$r = 2222'',33 - 50'',37 + 3'',61 - \ldots = 2175'',2.$$

Mais on sait que les *Tabulæ Regiomontanæ* s'arrêtent à 85°. Une table supplémentaire donne les réfractions observées par Argelander (en dehors du méridien), depuis 85° jusqu'à 89°,5; Bessel les a corrigées d'une erreur constante de 5'',9, déterminée par la comparaison avec sept étoiles observées au méridien. On aurait des nombres un peu différents en se servant directement de ces étoiles; ainsi, je trouve :

	z.	Réfr. obs.	*Fund.* × 1,00328.	Argelander.
β Persée..........	85°	586'',2	586'',5	584'',6
γ Cygne, ε Persée....	85,5	637,9	638,4	639,6

» Dans le voisinage de l'horizon, les réfractions d'Argelander sont sensiblement plus faibles que celles des *Fundamenta*; pour 89°,5, la correction des Tables est — 24″ par les étoiles (— 54″ par le Soleil). M. Sawitch a montré, en 1854, que ces réfractions d'Argelander sont assez exactement reproduites en prenant $\beta = 723$. En faisant le calcul par la première des trois séries (3), avec $\alpha = 57,801$, je trouve les résultats suivants :

z.	$\beta = 745,75$.	$\beta = 723$.	$\beta = 709$.	$\beta = 700$.	Tab. R.
45°.........	57″,68	57″,68	57″,68	57″,68	57″,68
75.........	212,1	212,0	211,9	211,9	212,1
80.........	316,2	315,8	315,6	315,4	316,2
85.........	586,6	584,6	583,4	582,6	586,5 } 584,6 }
87.........	858,9	853,8	850,6	848,5	854,6
89.........	1483,6	1465,7	1454,5	1447,2	1464,6
89,5.......	1774,1	1747,8	1731,4	1720,8	1743,5
90.........	2175,2	2134,9	2109,9	2093,9	......

» L'hypothèse $\beta = 709$ est adoptée par M. Stone dans une récente Communication à la Société astronomique, où il insiste sur la nécessité de diminuer les réfractions de Bessel. En 1867, M. Stone avait proposé d'y appliquer le facteur (1 — 0,0053), et les réfractions ainsi diminuées ont été employées à Greenwich de 1868 à 1876. Depuis, on est revenu aux réfractions de Bessel; il n'en est pas moins vrai que les observations discutées par M. Stone semblent exiger une diminution des réfractions; mais M. Stone pense aujourd'hui qu'il suffira de les diminuer graduellement à partir de 45° en modifiant la constante β, de manière que la correction soit d'environ 3″ vers 85°.

» L'hypothèse de Bessel suppose, comme on sait, que la température diminue très lentement (de 0°,12 C. pour les premiers 100ᵐ). En faisant $\beta = 709$, le décroissement initial serait de 0°,27 par 100ᵐ. En tout cas, cette hypothèse ne peut guère fournir qu'une formule d'interpolation, et dès lors on a tout avantage à se servir de formules qui se prêtent mieux au calcul numérique. Ainsi M. Oppolzer a fait voir que les réfractions de Bessel peuvent être représentées par la formule très simple

$$r = 3363'' \psi(20,46 \cot z),$$

qui se déduit de (2) en posant $\rho = \rho_0 e^{-838(s-\alpha\omega)}$. Pour les distances zénithales voisines de 85°, il faut évidemment tenir compte des variations de la loi de décroissement des températures. C'est une question que j'ai tenté d'appro-

fondir dans un Mémoire que j'espère pouvoir prochainement soumettre au jugement de l'Académie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une extension aux fonctions de deux variables du problème de Riemann relatif aux fonctions hypergéométriques.* Note de **M. E. Picard**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Communication récente, je me suis occupé de certaines fonctions de deux variables indépendantes dans lesquelles il n'y avait pour x et pour y qu'un nombre limité de positions singulières. La suite de cette étude m'a montré que l'on ne pouvait réaliser de cette manière l'extension du problème de Riemann relatif aux fonctions hypergéométriques d'une variable. C'est en me plaçant au point de vue suivant que j'ai réalisé l'extension cherchée. J'envisage une fonction $F(x, y)$ des deux variables illimitées x et y, jouissant des propriétés suivantes. Tout d'abord, il existe entre quatre déterminations de la fonction une relation linéaire et homogène à coefficients constants. Dans le voisinage de toute valeur α de x et β de y ne coïncidant avec aucun des points 0, 1 et ∞, et, de plus, différentes entre elles, la fonction est holomorphe par rapport à x et à y; α étant une valeur différente de 0, 1 et ∞, trois des branches de la fonction ont dans le voisinage de $x = 0$, $y = \alpha$ les formes suivantes linéairement indépendantes

$$P_1(x,y),\quad P_2(x,y),\quad x^{\lambda+b_1-1}P_3(x,y),$$

P_1, P_2 et P_3 étant des fonctions holomorphes de x et de y pour $x = 0$, $y = \alpha$, et l'on suppose que $\lambda + b_1$ n'est pas un entier. Pareillement, dans le voisinage de $x = 1$, on aura les déterminations

$$Q_1(x,y),\quad Q_2(x,y),\quad (x-1)^{\lambda+b_2-1}Q_3(x,y),$$

et enfin, dans le voisinage de $x = \frac{1}{x'} = \infty$, on a

$$x'^{-\lambda+1}R_1(x',y),\quad x'^{-\lambda+1}R_2(x',y),\quad x'^{3-\lambda-(b_1+b_2+b_3)}R_3(x',y),$$

R_1, R_2 et R_3 étant holomorphes dans le voisinage de $x' = 0$, $y = \alpha$. On suppose que $b_1 + b_2 + b_3$ n'est pas entier.

» On a de même des déterminations analogues quand, faisant varier x dans le voisinage d'une valeur distincte de 0, 1 et ∞, on donne à y des va-

leurs voisines de ces derniers, les divers exposants étant représentés par les mêmes lettres accentuées. Enfin, pour $x = y = \alpha$, α étant une quantité quelconque différente de o, 1 et ∞, on a les déterminations

$$A_1(x, y), \quad A_2(x, y), \quad (x-y)^{\lambda+b_3-1} A_3(x, y).$$

On suppose que $\lambda + b_3$, comme $\lambda + b_2$ et $\lambda + b_1$, n'est pas un entier, et l'on a, condition évidemment nécessaire, $\lambda + b_3 = \lambda' + b'_3$.

» Nous allons voir maintenant que l'on peut former deux équations différentielles auxquelles satisfait la fonction $F(x, y)$. Considérons d'abord y comme constant; la fonction F est une fonction de x dont les points critiques sont o, 1, y et ∞. Cette fonction satisfait à une équation linéaire du troisième ordre qui est complètement déterminée par la nature, dans le voisinage de chacun des points critiques, des déterminations indiquées. C'est ce qui résulte d'un travail de M. Pochammer [*Ueber hypergeometrische Functionen höherer Ordnung* (*Crelle*, t. 71); voir aussi les remarques de M. Fuchs, t. 72], et cette équation peut s'écrire

$$\text{(I)} \quad \varphi(x)\frac{\partial^3 F}{\partial x^3} + \sum_{k=2}^{k=0}(-1)^{3-k}\left[(\lambda-k-1)_{3-k}\varphi^{(3-k)}(x) + (\lambda-k-1)_{2-k}\psi^{(2-k)}(x)\right]\frac{\partial^k F}{\partial x^k} = 0,$$

où

$$\varphi(x) = x(x-1)(x-y) \quad \text{et} \quad \psi(x) = \varphi(x)\left(\frac{b_1}{x} + \frac{b_2}{x-1} + \frac{b_3}{x-y}\right),$$

et l'on écrit

$$\frac{p(p-1)\ldots(p-q+1)}{1.2\ldots q} = (p)_q.$$

» Si nous considérons, au contraire, x comme constant, nous obtiendrons pareillement une équation (I)$'$, qui se déduira de l'équation (I) en remplaçant x par y et y par x, et accentuant les constantes b_1, b_2, b_3 et λ. Particularisant davantage encore ces constantes, je vais supposer que

$$(\alpha) \qquad b'_1 = b_1, \; b'_2 = b_2, \; b'_3 = \lambda, \; \lambda' = b_3.$$

Dans ce cas, les équations (I) et (I)$'$ ont trois intégrales communes linéairement indépendantes.

» Il résulte aussi du Mémoire cité que ces équations sont vérifiées par les intégrales

$$\int_g^h u^{b_1-1}(u-1)^{b_2-1}(u-y)^{b_3-1}(u-x)^{\lambda-1}\,du,$$

g et h désignant deux des quatre quantités o, 1, y, x, et une intégrale ne

devant être, bien entendu, considérée que si, d'après les valeurs des constantes b_1, b_2, b_3 et λ, elle a un sens déterminé. On voit que les intégrales analogues relatives à l'équation (I)' auront la même expression, à cause des relations (α).

» Les fonctions que nous venons de considérer ont déjà été rencontrées à un tout autre point de vue par M. Appell, dans ses intéressantes recherches sur les fonctions hypergéométriques.

» Faisons, en effet,

$$b_1 = 1 + \beta + \beta' - \gamma, \quad b_2 = \gamma - \alpha, \quad b_3 = 1 - \beta', \quad \lambda = 1 - \beta;$$

la fonction $F_1(\alpha, \beta, \beta', \gamma, x, y)$, considérée par M. Appell (*Comptes rendus*, 16 février 1880), satisfait à nos équations (I) et (I)', et il est d'ailleurs facile de passer des équations F_1 (*loc. cit.*) à ces dernières équations.

» Ces résultats sont évidemment susceptibles d'être généralisés. Considérons l'équation

$$\text{(II)} \quad \begin{cases} \varphi(x)\dfrac{\partial^n F}{\partial x^n} \\ \quad + \displaystyle\sum_{k=0}^{k=n-1} (-1)^{n-k}\left[(\lambda - k - 1)_{n-k}\,\varphi^{(n-k)}(x) + (\lambda - k - 1)_{n-k-1}\,\psi^{(n-k-1)}(x)\right]\dfrac{\partial^k F}{\partial x^k} = 0, \end{cases}$$

où

$$\varphi(x) = (x - a_1)(x - a_2)\ldots(x - a_{n-1})(x - y)$$

et

$$\psi(x) = \varphi(x)\left(\frac{b_1}{x - a_1} + \ldots + \frac{b_{n-1}}{x - a_{n-1}} + \frac{b_n}{x - y}\right),$$

et soit (II)' l'équation obtenue en changeant dans l'équation (II) x en y et y en x, et accentuant les constantes $b_1, b_2, \ldots, b_n$ et λ. Si l'on pose

$$b'_1 = b_1, \quad b'_2 = b_2, \quad \ldots, \quad b'_{n-1} = b_{n-1}, \quad b'_n = \lambda, \quad \lambda' = b_n,$$

les équations (II) et (II)' admettront des intégrales communes, que l'on peut, comme précédemment, exprimer sous forme d'intégrales définies. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de deux fonctions doublement périodiques.* Note de M. **J. Farkas**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Dans une brochure intitulée *Généralisation du logarithme et de l'exponentielle*, que vous avez bien voulu présenter à l'Académie ([1]), je dé-

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, n° 24.

montre (articles **1**, **3**, **4**, **6**, **12**) que, en posant

$$x = \int_0^u \frac{du}{\sqrt{1-u}\sqrt{1-u\cos^2\alpha}\sqrt{1-u\sin^2\alpha}},$$

$$\theta = \int_0^1 \frac{du}{\sqrt{1-u}\sqrt{1-u\cos^2\alpha}\sqrt{1-u\sin^2\alpha}},$$

$$u = (x)_0, \quad \sqrt{1-u} = (x)_1, \quad \sqrt{1-u\cos^2\alpha} = (x)_2, \quad \sqrt{1-u\sin^2\alpha} = (x)_3,$$

$$(0)_1 = (0)_2 = (0)_3 = +1,$$

on a

$$(1) \quad (x+y)_1 = \frac{[(x)_2(x)_3-(x)_1][(y)_2(y)_3-(y)_1]-(x)_0(y)_0(x)_1(y)_1\sin^2\alpha\cos^2\alpha}{(x)_1(y)_1[(x)_2(x)_3-(x)_1][(y)_2(y)_3-(y)_1]-(x)_0(y)_0\sin^2\alpha\cos^2\alpha},$$

$$(2) \quad (x-y)_1 = \frac{(x)_1(y)_1[(x)_2(x)_3-(x)_1][(y)_2(y)_3+(y)_1]+(x)_0(y)_0\sin^2\alpha\cos^2\alpha}{[(x)_2(x)_3-(x)_1][(y)_2(y)_3+(y)_1]+(x)_0(y)_0(x)_1(y)_1\sin^2\alpha\cos^2\alpha},$$

$$(3) \qquad (x+\theta)_1 = -\frac{(x)_2(x)_3-(x)_1}{(x)_0\sin\alpha\cos\alpha} = -\frac{(x)_0\sin\alpha\cos\alpha}{(x)_2(x)_3+(x)_1},$$

$$(4) \qquad (x+2\theta)_1 = -\frac{1}{(x)_1}.$$

» Divisons les numérateurs et dénominateurs des expressions (1) et (2) par $(x)_0(y)_0\sin^2\alpha\cos^2\alpha$. En ayant égard aux relations (3) et en écrivant

$$(5) \qquad (x+\theta)_1 = (x)',$$

nous aurons

$$(6) \qquad (x+y)_1 = \frac{(x)_1(y)_1-(x)'(y)'}{1-(x)_1(y)_1(x)'(y)'},$$

$$(7) \qquad (x-y)_1 = \frac{(y)'+(x)_1(y)_1(x)'}{(x)'+(x)_1(y)_1(y)'},$$

et, comme $(-x)_1 = \frac{1}{(x)_1}$, $(-x)' = -(x)'$,

$$(8) \qquad (x+y)_1 = \frac{(x)_1(x)'-(y)_1(y)'}{(y)_1(x)'-(x)_1(y)'},$$

$$(9) \qquad (x-y)_1 = \frac{(x)_1+(y)_1(y)'(x)'}{(y)_1+(x)_1(x)'(y)'};$$

d'où, en vertu de (4),

$$(10) \qquad (x+y)' = \frac{(x)'+(y)_1(y)'(x)_1}{(y)_1+(x)_1(x)'(y)'} = \frac{(y)'+(x)_1(x)'(y)_1}{(x)_1+(y)_1(y)'(x)'},$$

$$(11) \qquad (x-y)' = \frac{(y)_1(x)'-(x)_1(y)'}{1-(x)_1(y)_1(x)'(y)'} = \frac{(x)_1(x)'-(y)_1(y)'}{(x)_1(y)_1-(x)'(y)'}.$$

» Les deux fonctions $(\ )_1$ et $(\ )'$ ont les périodes 4θ et

$$4\int_1^{\text{séc}^2\alpha} \frac{du}{\sqrt{1-u}\sqrt{1-u\cos^2\alpha}\sqrt{1-u\sin^2\alpha}}.$$

» Les formules d'addition des arguments dans les *deux* fonctions ne contiennent que cesdites *deux* fonctions comme fonctions irrationnelles l'une de l'autre, et c'est la circonstance qui m'a décidé à les signaler à votre attention.

» En supposant, dans l'intégrale elliptique de première espèce, le module k égal à $\tan^2\alpha$, j'ai (article 24)

$$[2(1+k)x]' = \sqrt{-k}\,\text{sn}(\sqrt{-1}\,x). \text{ »}$$

MÉCANIQUE. — *Détermination de trois axes d'un corps solide sur lesquels les forces centrifuges exercent, par suite de la rotation, un effet maximum.* Note de M. E. **Brassinne**.

« L'ellipsoïde central rapporté aux axes principaux a pour équation $Ax^2 + By^2 + Cz^2 = 1$; par une transformation des coordonnées en d'autres axes rectangulaires x', y', z', on rétablit dans l'équation les trois termes qui contiennent les rectangles des coordonnées. Si l'on fait usage des formules connues, simplifiées en faisant $\varphi = 0$ (*Mécanique céleste*, t. I, p. 73), il reste l'angle θ des axes z, z' et l'angle ψ de la trace du plan $x'y'$ sur les xy avec les x. Le calcul effectué, les coefficients des rectangles $x'z'$, $y'z'$ seront exprimés par des lignes trigonométriques; on les identifiera aux intégrales $\int x'z'dm$, $\int y'z'dm$, qui donnent les moments de leviers dont l'origine est l'appui et le bras sur la ligne des z' égal à l'unité (on voit en effet que la force centrifuge en un point dm est $dmr\omega^2$ et qu'elle agit sur un levier z', ou que cette force est $dmrr'\omega^2$ en la faisant agir sur un levier égal à l'unité; la rotation ω a lieu autour de l'axe z'). La somme des carrés des intégrales sera le carré d'une résultante agissant à l'unité de distance sur les z' et le maximum de cette résultante donne le plus grand moment ou effort possible.

» Les conditions du maximum et du minimum renferment deux facteurs polynômes qu'on ne peut simultanément égaler à zéro, comme on le constate par l'élimination de θ; il reste, pour satisfaire aux conditions, à

poser $\theta = 90^\circ$, $\psi = 45^\circ$ ou $\theta = 45^\circ$, $\psi = 90^\circ$, ce qui démontre le théorème énoncé.

» Si $A = B$, les conditions sont satisfaites, indépendamment de ψ, par la valeur $\theta = 45^\circ$, et les axes du maximum forment un cône droit autour des z.

» Dans le cas général, les moments maxima sont en raison de $A - B$, $A - C$, $B - C$. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équilibre d'élasticité d'un prisme rectangle.* Mémoire de M. E. Mathieu. (Extrait par l'auteur.)

« Lamé, dans la XIIe de ses *Leçons sur la théorie de l'élasticité,* représente comme le problème le plus difficile et le plus important de cette théorie, au point de vue des applications, celui de l'équilibre d'élasticité d'un parallélépipède rectangle homogène soumis sur ses six faces à des forces normales données, dans l'hypothèse que ces forces soient disposées symétriquement sur des faces opposées. Je crois avoir complètement résolu cette question.

» Pour simplifier les formules, je vais réduire ici le problème de Lamé à deux dimensions; il s'énonce alors ainsi :

» *Un prisme rectangle homogène a ses deux bases appuyées contre deux parois parallèles et fixes; des pressions normales données sont exercées dans toute l'étendue des quatre faces latérales de ce prisme. Les pressions sont les mêmes sur une même face tout le long d'une ligne parallèle aux quatre arêtes latérales; de plus ces pressions sont disposées symétriquement sur les faces latérales opposées. On demande de déterminer la déformation du prisme et la résistance que devront opposer les deux parois sur les bases de ce prisme.*

» Désignons par $f_1(y)$, $f_2(x)$ la pression normale sur les faces $x = \pm a$ et $y = \pm b$, et faisons $m = \frac{p\pi}{a}$, $n = \frac{q\pi}{b}$, p, q étant entiers; enfin, supposant ces fonctions paires, posons

$$f_1(y) = \Sigma A_n \cos ny, \quad f_2(x) = \Sigma \mathcal{A}_m \cos mx,$$

le signe sommatoire se rapportant aux valeurs $0, 1, 2, \ldots, \infty$ de p, q. La dilatation cubique θ peut se mettre sous cette forme

$$\theta = \Sigma \mathcal{B}_m E(ny) \cos mx + \Sigma B_n E(nx) \cos ny,$$

et toute la question est ramenée à la détermination des coefficients B_n, $\mathfrak{B}_m$.

Posons

$$E(x) + \frac{x}{\mathcal{E}(x)} = \theta(x), \quad \frac{\mathcal{E}(x)}{\theta(x)} = \psi(x),$$

et considérons les fonctions fournies par des séries

$$\Phi_1(n,n') = \sum_m \frac{m^3\psi\left(\frac{mb}{2}\right)}{(m^2+n^2)^2(m^2+n'^2)^2},$$

$$\Phi_2(m,n) = \sum_{n'} \frac{n'^3\psi\left(\frac{na}{2}\right)}{(n'^2+m^2)^2}\Phi_1(n',n),$$

$$\Phi_3(n,n') = \sum_{m'} \frac{m'^3\psi\left(\frac{m'b}{2}\right)}{(m'^2+n'^2)^2}\Phi_2(m',n),$$

$$\Phi_4(m,n) = \sum_{n'} \frac{n'^3\psi\left(\frac{n'a}{2}\right)}{(n'^2+m^2)^2}\Phi_3(n',n),$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

et les fonctions $\varphi_1(m, m')$, $\varphi_2(n, m), \ldots$, qu'on déduit des précédentes par la permutation des lettres m et n, a et b. Les signes sommatoires se rapportent à toutes les valeurs entières de p, q, p', q', depuis 1 jusqu'à l'infini. On doit aussi remarquer que les fonctions φ_2, $\varphi_4, \ldots$ sont respectivement égales aux fonctions Φ_2, $\Phi_4, \ldots$. Cela posé, on a

$$\begin{aligned}\mathfrak{B}_m = {} & \frac{\mathfrak{A}_n}{(\lambda+\mu)\theta\left(\frac{mb}{2}\right)} \\ & - \frac{8m^2\cos\frac{ma}{2}}{a(\lambda+\mu)\theta\left(\frac{mb}{2}\right)}\sum_n n\,A_n\psi\left(\frac{na}{2}\right)\cos\frac{nb}{2}\left[\frac{1}{(m^2+n^2)^2} + \frac{64}{ab}\Phi_2(m,n)\right. \\ & \left. \qquad + \frac{64^2}{a^2b^2}\Phi_4(m,n) + \ldots\right] \\ & + \frac{64\,m^2\cos\frac{ma}{2}}{ab(\lambda+\mu)\theta\left(\frac{m}{2}\right)}\sum_{m'} m'\mathfrak{A}_{m'}\psi\left(\frac{m'b}{2}\right)\cos\frac{m'a}{2}\left[\varphi_1(m,m') + \frac{64}{ab}\varphi_3(m,m')\right. \\ & \left. \qquad + \frac{64^2}{a^2b^2}\varphi_5(m,m') + \ldots\right],\end{aligned}$$

$$
\begin{aligned}
B_n = & \frac{A_n}{(\lambda+\mu)\theta\left(\frac{na}{2}\right)} \\
& - \frac{8n^2\cos\frac{nb}{2}}{a(\lambda+\mu)\theta\left(\frac{na}{2}\right)} \sum_m m\mathcal{A}_m \psi\left(\frac{mb}{2}\right)\cos\frac{ma}{2}\left[\frac{1}{(m^2+n^2)^2} + \frac{64}{ab}\Phi_2(m,n)\right. \\
& \left. + \frac{64^2}{a^2b^2}\Phi_4(m,n) + \ldots\right] \\
& + \frac{64\, n^2\cos\frac{nb}{2}}{ab(\lambda+\mu)\theta\left(\frac{na}{2}\right)} \sum_{n'} n' A_{n'} \psi\left(\frac{n'a}{2}\right)\cos\frac{n'b}{2}\left[\Phi_1(n,n') + \frac{64}{ab}\Phi_3(n,n')\right. \\
& \left. + \frac{64^2}{a^2b^2}\Phi_5(n,n') + \ldots\right].
\end{aligned}
$$

» J'ai démontré la convergence de toutes les séries qui entrent dans cette solution d'une manière très rigoureuse et très simple. Cette solution est donc irréprochable au point de vue théorique. La seule difficulté à l'appliquer consiste dans le calcul numérique des fonctions $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \ldots$, $\varphi_1, \varphi_3, \ldots$, qui peut paraître long; mais j'ai vérifié, en l'effectuant, qu'il est très praticable.

» Si l'on revient au problème à trois dimensions, les mêmes considérations restent entièrement applicables, mais les formules de la solution sont beaucoup plus compliquées. »

MAGNÉTISME. — *Téléphone à surexcitation magnétique*. Note de M. **Ader**, présentée par M. Th. du Moncel.

« Le nouveau téléphone que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est fondé sur ce principe que, si une lame mince de fer ou d'acier est placée devant les pôles d'un aimant, elle est beaucoup plus fortement actionnée quand on place derrière elle une armature de fer que quand cette armature n'existe pas. On peut s'en convaincre facilement en disposant devant un aimant en fer à cheval à pôles rapprochés une lame de ressort suffisamment éloignée pour ne pas être attirée par l'aimant. Aussitôt qu'on place derrière elle une pièce de fer doux, la lame est immédiatement attirée et s'éloigne aussitôt que l'armature de fer est retirée. M. Th. du Moncel, qui s'est occupé beaucoup de ces sortes de réactions, explique cet effet par la surexcitation que donne à l'aimant la présence de l'armature de fer,

surexcitation qui est en rapport avec la masse magnétique et dont l'effet maximum se produit quand cette masse est à peu près égale à celle de l'aimant. D'un autre côté, M. du Moncel a démontré que, avec des armatures constituées par des lames magnétiques très minces, les polarités déterminées sur ces lames sont très différentes de ce qu'elles sont sur des lames épaisses, ce qui tient vraisemblablement à ce que le magnétisme ne pénètre pas très profondément les masses magnétiques. Si l'on cherche à déterminer la nature de ces polarités sur la lame et sur l'armature, on reconnaît, en effet, qu'au-dessus des pôles magnétiques de l'aimant *il se développe, dans ces deux pièces, des polarités de noms contraires qui traversent entièrement la lame et qu'on retrouve encore sur la face de l'armature opposée à ces pôles*. M. du Moncel a constaté ce fait non seulement avec des aiguilles qu'il a aimantées en les plaçant entre la lame et l'armature, mais encore par les fantômes magnétiques du système, qui sont exactement les mêmes avec ou sans la lame magnétique intermédiaire.

» D'après ces effets, j'ai pensé qu'on pourrait donner au téléphone une plus grande sensibilité en plaçant en avant du diaphragme d'un téléphone Bell ordinaire (à deux pôles) un disque de fer formant armature et percé à son centre d'un trou correspondant à celui de l'embouchure de l'appareil. Grâce à ce moyen, j'ai pu obtenir des téléphones assez puissants, qui, avec un transmetteur microphonique dont je parlerai plus tard, donnent des résultats très satisfaisants. »

OPTIQUE. — *Etude de la distribution de la lumière dans le spectre.* Note de MM. **J. Macé** et **W. Nicati.**

« Trois séries de recherches, dont les résultats diffèrent notablement, ont été déjà faites pour étudier les variations de l'intensité lumineuse dans le spectre (Fräunhofer, Vierordt, Draper).

» Amenés à étudier cette même question par nos recherches sur le daltonisme [1], nous nous sommes proposé tout d'abord de donner des intensités de lumières différemment colorées une définition indépendante de toute hypothèse et d'étudier, à l'aide de cette définition, la principale cause d'erreur qu'on rencontre dans ce genre de recherches et dont les auteurs précités n'ont pas tenu compte.

---

[1] *Comptes rendus*, 27 octobre 1879.

» I. Pour mesurer la distribution de l'intensité lumineuse dans le spectre, c'est-à-dire pour étudier un phénomène d'ordre purement physiologique, il est nécessaire de prendre comme point de départ un fait physiologique bien défini et indépendant de la couleur. *Nous considérons deux quantités de lumière comme égales entre elles lorsque, éclairant un même objet incolore placé toujours à la même distance du même observateur, elles lui en font percevoir les détails avec la même netteté,* en d'autres termes, *lorsqu'elles ramènent l'acuité visuelle à la même valeur.*

» Si nous mentionnons la condition que l'objet soit placé toujours à la même distance de l'observateur, c'est afin de tenir compte d'un fait signalé par Purkinje et étudié par Dove et Helmholtz, qui est le suivant : si l'on compare entre elles les intensités lumineuses de deux surfaces de couleurs différentes, bleue et rouge par exemple, le rapport de ces intensités varie avec l'intensité de la lumière éclairante. Les expériences suivantes en sont la vérification *numérique*.

» Sur trois papiers, dont deux bleus et un rouge, tels que pour un éclairage moyen l'intensité du rouge fût intermédiaire entre celle des deux bleus, on a dessiné un même signe noir (ce signe, qui sert dans toutes nos expériences, consiste en trois barres horizontales longues de $0^m,005$, épaisses de $0^m,001$ et distantes d'autant). On pouvait éclairer ces trois objets par la lumière du Soleil diffusée et d'intensité variable à volonté. On mesurait alors pour chaque degré d'éclairage les trois distances d, d', d'' peu différentes auxquelles l'observateur devait se rapprocher de chacun des trois objets pour les voir successivement avec la même netteté. Désignant par x et a les rapports des intensités du rouge et du bleu le plus foncé au bleu le plus clair pris pour unité, on trouve, par interpolation,

$$\frac{x-a}{1-a}=\frac{d-d'}{d''-d'}.$$

» C'est ainsi que l'on obtient, en augmentant progressivement l'intensité de la lumière éclairante ou, ce qui revient au même, la distance de l'observateur à l'objet rouge, les valeurs suivantes, qui viennent confirmer numériquement les observations antérieures :

d..........	$0^m,30$	$0^m,34$	$0^m,55$	$0^m,60$	$0^m,97$
$\frac{x-a}{1-a}$	$-1^m,50$	$-0^m,86$	$0^m,00$	$+0^m,42$	$+0^m,50$

» II. Supposons, dès lors, qu'il s'agisse de déterminer le rapport des

intensités de deux régions du spectre; nous plaçerons le signe dessiné sur fond blanc dans ces deux régions et nous ferons varier chaque fois l'intensité de la lumière solaire productrice du spectre jusqu'à ce que, dans ces deux mesures consécutives, la distance à laquelle l'observateur doit se rapprocher de l'objet pour le voir nettement redevienne la même. Nous obtiendrons ainsi, en comparant les diverses régions du spectre à un même point la distribution relative de la lumière dans ce spectre. Mais chacun des nombres ainsi obtenus dépend de l'intensité absolue, constante, de la lumière à laquelle nous ramenons successivement chaque région du spectre. Nous aurons donc autant de lois de distribution de la lumière dans le spectre que nous aurons choisi de valeurs différentes pour la distance, constante dans chaque série, à laquelle l'observateur se rapproche de l'objet pour le voir.

» Les observations suivantes montrent toutefois que, pour une portion notable du spectre, l'intensité absolue de la lumière peut varier beaucoup sans que pour cela les rapports obtenus soient sensiblement modifiés. Nous choisîmes dans le spectre deux régions telles que, pour une intensité moyenne, elles parussent égales entre elles. Dans ces conditions, l'intensité de la lumière blanche incidente variant dans le rapport de 1 à 18 et la distance de l'observateur à l'objet de $0^{m},90$ à $1^{m},80$, le rapport des intensités demeura le même et égal à l'unité. Les deux régions comparées étaient le rouge voisin de la raie C et le vert bleuâtre voisin de la raie E. Nous devons ajouter que, si les autres observations que nous avons recueillies jusqu'ici confirment ces résultats pour les couleurs moins réfrangibles que le vert, elles montrent nettement que les choses se passent tout autrement lorsque c'est le bleu spectral que l'on compare au vert ou au rouge. »

OPTIQUE. — *Sur l'astigmatisme*. Note de M. **C.-J.-A. Leroy**, présentée par M. Resal.

« Quand un pinceau lumineux, infiniment mince, tombe d'un point P obliquement sur une sphère O, le lieu géométrique des points de concours du pinceau réfléchi ou réfracté, ou l'image du point P, se compose de deux segments de lignes droites ou lignes focales situés, l'un sur la normale du point P par rapport à la sphère, l'autre *sur un élément* tangentiel d'un cercle de révolution de la caustique du point P.

» Soit A le centre de la surface d'entrée réduite au plan tangent. Un seg-

ment de ligne PH perpendiculaire au plan PAO aura pour images : (*a*) une ligne engendrée par la ligne focale qui lui est parallèle, se déplaçant suivant sa propre direction; (*b*) un rectangle engendré par la deuxième ligne focale se déplaçant normalement à sa direction.

» Un segment de ligne PV normal à PH aura pour images : (*a*) la figure engendrée par la deuxième ligne focale se déplaçant dans son propre plan, sans se superposer complètement; la section plane de cette figure est sensiblement une ligne; (*b*) un rectangle engendré par la première ligne focale se déplaçant normalement à sa direction.

» L'image de toute ligne oblique du plan HPV sera un rectangle dont le petit côté a pour expression $\lambda \sin\gamma$, λ désignant la longueur de la ligne focale génératrice et γ l'angle de cette ligne avec la direction du déplacement, mais jamais une ligne.

» Quand il y a déviation nouvelle par une deuxième sphère O_1, les résultats sont les mêmes si le centre O_1 est dans le plan du rayon central et de l'une ou l'autre des lignes focales. Sinon, toute ligne du plan P ne compte plus que des rectangles dans ses images.

» Cette même condition remplie, on peut, en inclinant convenablement cette deuxième sphère O_1, corriger l'astigmatisme dû à la première.

» Les formules qui donnent les positions des points médians P' et P'' des lignes focales dans le cas de la réfraction sont, en désignant par p la longueur PA, par p' et p'' les longueurs P'A et P''A, par α et β les angles d'incidence et de réfraction du rayon central PA,

$$(1) \qquad \frac{\cos^2\alpha}{p} + \frac{n\cos^2\beta}{p'} = \frac{1}{R}(n\cos\beta - \cos\alpha),$$

$$(2) \qquad \frac{1}{p} + \frac{n}{p''} = \frac{1}{R}(n\cos\beta - \cos\alpha).$$

Ces deux formules donneront l'intervalle focal $p'' - p'$. Cette valeur s'annule pour $p = - R(n\cos\beta + \cos\alpha)$. Il y a donc toujours, pour une direction incidente donnée, une position du point P telle que l'astigmatisme soit nul. Le lieu de ces points est une sphère de centre O et de rayon Rn, et celui de leurs conjugués la sphère concentrique de rayon $\frac{R}{n}$. De plus, le point P et son conjugué P' sont sur le même rayon. De là un moyen très général et très simple de construire un rayon réfracté quelconque.

» Le lieu des points focaux principaux que donne la formule (2) se compose de deux sphères de même rayon $\frac{Rn}{n^2-1}$, dont les centres sont sur

le rayon OA prolongé, de part et d'autre du segment OA, à des distances de O et de A égales à $\frac{Rn^2}{n^2-1}$. De plus, les deux points focaux sont toujours, avec les points O et A, les sommets d'un parallélogramme.

» Ce sont les deux sphères focales, identiques aux plans focaux; elles donnent aussi un moyen connu de construire le rayon réfracté.

» Le lieu des points focaux donnés par la formule (1) se compose de deux surfaces du quatrième degré.

» Les formules de la réflexion sphérique sont

$$\frac{1}{p} - \frac{1}{p'} = -\frac{2}{R\cos\alpha}, \tag{3}$$

$$\frac{1}{p} - \frac{1}{p''} = -\frac{2\cos\alpha}{R}. \tag{4}$$

» On passera aux cas du plan en faisant $R = \infty$ dans ces quatre formules. On voit immédiatement que le cas de la réflexion par un plan est le seul où il n'y ait pas d'astigmatisme, quel que soit l'angle α. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur dégagée dans la combustion de quelques alcools isomères de la série grasse ainsi que de l'œnanthol.* Note de M. **W. Louguinine**, présentée par M. Berthelot.

« M. Berthelot a étudié l'influence de l'isomérie sur les chaleurs de combustion et par conséquent de formation, dans les cas de polymérie, kénomérie, métamérie, ainsi que dans le cas d'un composé se changeant en un isomère dans lequel il y a combinaison plus intime et stabilité plus grande. Ses expériences sur la formation des corps isomères de même fonction chimique l'ont conduit à conclure que cette formation avait lieu avec des dégagements de chaleur presque identiques, leur métamorphose réciproque dégageant fort peu de chaleur [1].

» J'ai voulu voir si le genre d'isomérie que présentent, par exemple, les divers alcools de la série grasse, alcools primaires, secondaires et tertiaires, avait une influence appréciable sur leur chaleur de combustion.

» I. *L'alcool propylique normal* $CH^3CH^2CH^2OH$ dégage dans la combus-

[1] *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 2e série, t. XXVIII, p. 535 à 539; 1877.

tion, suivant l'équation

$$C^3H^8O \text{ liq.} + 9O \text{ gazeux} = 3CO^2 \text{ gazeux} + 4H^2O \text{ liq.} :$$

Par gramme.	Par molécule en grammes.
cal	cal
7990,11	479407
8041,50	482490
7984,01	479041
	Moyenne = 480313

» D'après la Table donnée par Favre et Silbermann, qui n'ont pas étudié cet alcool, sa chaleur de combustion devrait être égale à 481 200^cal, nombre très rapproché de celui trouvé dans ces expériences.

» II. *L'alcool isopropylique* secondaire $(CH^3)^2CHOH$ dégage dans sa combustion, suivant la même équation que précédemment,

Par gramme.	Par molécule en grammes.
cal	cal
7955,86	477352
7983,45	479007
7973,36	478402
	Moyenne = 478254

différant de moins de 0,5 pour 100 de la moyenne trouvée pour l'alcool normal [1].

» III. *L'alcool isobutylique* de fermentation, primaire, mais non normal, $(CH^3)^2CHCH^2OH$ liq. + 12O gazeux = $4CO^2$ gazeux + $5H^2O$ liq., dégage :

Par gramme.	Par molécule en grammes.
cal	cal
8578,33	634796
8643,77	639639
8590,32	635684
	Moyenne = 636706

» La Table de Favre et Silbermann donne pour un alcool butylique (cette substance n'a pas été étudiée par eux) 633 440^cal, nombre différant de moins de 0,5 pour 100 de celui que je déduis de mes expériences.

(1) Cf. Berthelot, *loc. cit.*, p. 538.

» IV. *L'alcool amylique* de fermentation, qui est un mélange de différents alcools primaires, de l'isobutylcarbinol $(CH^3)^3CHCH^2OH$ inactif, du méthyléthylcarbincarbinol actif $(CH^3)(C^2H^5)CHCH^2OH$ et peut-être de l'alcool amylique normal, a été choisi par moi pour être comparé à l'alcool amylique tertiaire de diméthyléthylcarbinol $(CH^3)^2C^2H^5C(OH)$. De plus, comme la combustion de cette substance avait été étudiée par Favre et Silbermann, elle me donnait le moyen de comparer mes résultats avec ceux de ces éminents expérimentateurs.

» $C^5H^{12}O$ liq. + 15O gazeux = $5CO^2$ gazeux + $6H^2O$ liq. dégage :

	Par gramme.	Par molécule en grammes.
	cal 9060,19	cal 797297
	8991,63	791263
	9013,75	793210
Moyenne =		793623

» Favre et Silbermann donnent pour cette chaleur de combustion 788357^cal, nombre qui ne diffère de celui de mes expériences que de 0,7 pour 100.

» V. *Le diméthyléthylcarbinol*

$(CH^3)^2C^2H^5COH$ liq. + 15O gazeux = $5CO^2$ gazeux + $6H^2O$ liq.

dégage dans la combustion :

	Par gramme.	Par molécule en grammes.
	cal 9012,23	cal 793076
	8976,76	789955
	8932,80	786086
	8919,92	784953
	8961,87	788645
Moyenne =		788543

nombre qui ne diffère que de 0,67 pour 100 de celui que j'ai trouvé pour l'alcool amylique de fermentation.

» La comparaison des nombres trouvés pour les alcools propyliques et amyliques indique que dans ces cas l'isomérie de substances ayant une même fonction chimique, mais différant dans leur structure interne, n'influe pas d'une manière appréciable sur leur chaleur de combustion et sur leur chaleur de formation, et que par conséquent, dans ces cas, les différents

groupements des atomes de C, H et O correspondant à ces alcools exigent pour se produire la même quantité de chaleur. Il suivrait de là également que les différentes opérations qui permettent par exemple de transformer un alcool primaire en alcool secondaire ou tertiaire produisent un effet calorifique dont la somme est égale à zéro. Ces conclusions ne sont du reste vraies que dans la supposition que les chaleurs totales de vaporisation des différents alcools isomères étudiés dans ce travail ont une même valeur. Elles sont conformes, d'ailleurs, à celles de M. Berthelot sur la même question.

» VI. *OEnanthol.* — L'étude de ce corps présentait un certain intérêt. Il m'a donné pour l'équation $C^7H^{14}O$ liq. + $20O$ gaz. = $7CO^2$ gaz + $7H^2O$ liq.

	Par gramme.	Par molécule en grammes.
	cal 9352,06	cal 1066135
	9296,51	1059802
	9314,49	1061852
Moyenne =		1062596

» L'étude thermique de l'alcool correspondant à cet aldéhyde n'a pas été faite. D'après la Table donnée par Favre et Silbermann, sa chaleur de combustion devrait être de 1099680^{cal}, c'est-à-dire de 37094^{cal} supérieure à celle de son aldéhyde. Ce nombre est moindre que celui qui correspond à la différence entre l'alcool propylique et l'acétone (54000^{cal}); il est vrai que ces différences, déduites de nombres dont la grandeur va croissant, sont de plus en plus affectées par les erreurs d'expérience. L'étude thermochimique des aldéhydes (¹) n'est du reste que commencée, et je compte la compléter prochainement. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les mélanges réfrigérants formés de deux sels cristallisés.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Sainte-Claire Deville.

« J'ai montré, dans une Communication récente (²), que le refroidissement qui accompagne le mélange de certains sels cristallisés avec des acides

(¹) Cf. les recherches de M. Berthelot sur la formation thermique de l'aldéhyde (*Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. IX, p. 178) et sur celle de l'aldéhyde orthopropylique (*ibid.*, t. X, p. 369).

(²) Même Volume, p. 1163. Voir à ce sujet (*Mécanique chimique*, t. II, p. 451, 647,

concentrés doit être attribué à la liquéfaction de l'eau qui se sépare du sel hydraté. En prenant comme point de départ ce changement d'état de l'eau de cristallisation, on peut arriver à constituer des mélanges réfrigérants à l'aide de deux substances solides dont l'une est un sel fortement hydraté. Il suffit pour cela de provoquer des doubles décompositions telles que le dégagement de chaleur qui les accompagne soit très faible et que le grand nombre de calories empruntées par le changement d'état de l'eau soit, au point de vue thermique, le fait dominant de la réaction.

» Considérons, par exemple, un mélange de nitrate d'ammoniaque avec des sels très hydratés, tels que les sulfate, carbonate, phosphate de soude. Le premier est un sel anhydre; si de son mélange avec l'un des trois autres peut résulter une double décomposition, elle donnera naissance : 1° à du nitrate de soude anhydre dans les conditions de l'expérience; 2° à des sulfate, carbonate, phosphate d'ammoniaque, qui dans les circonstances ordinaires ne retiennent pas non plus d'eau de cristallisation. Or, les constantes thermiques que M. Berthelot a déterminées et l'application du théorème du travail maximum vont nous permettre de discerner si une double décomposition est possible et quelle sera, dans ce cas, l'intensité des phénomènes calorifiques qui pourront l'accompagner.

» 1° *Azotate d'ammoniaque et sulfate de soude.* — On a

$$\begin{aligned}&AzO^5AzH^4O\,\text{sol.} + SO^3NaO, 10HO\,\text{sol.}\\&\quad = SO^3AzH^4O\,\text{sol.} + AzO^5NaO\,\text{sol.} + 10HO.\end{aligned}$$

» Si l'on ne se préoccupe pas des $10^{\text{éq}}$ d'eau, qui n'interviennent que par leur changement d'état, la formation du premier système correspond à $80,7 + (163,2 + 2,3) = 246,2$ unités de chaleur, celle du second système à $157,2 + 88,9 = 246,1$ calories. Ces deux quantités sont sensiblement égales; la double décomposition s'accomplira sans variation sensible de chaleur; mais, comme les $10^{\text{éq}}$ d'eau rendus libres exigeront pour fondre un grand nombre de calories, on peut être certain que la réaction s'accompagnera d'un notable refroidissement. Si, en effet, on broie dans un mortier un mélange à équivalents égaux des deux sels, la masse se liquéfie presque de suite et la température descend d'environ 20°.

» Les produits formés concourent du reste à l'abaissement de la tempé-

---

651) des recherches de M. Berthelot qui m'avaient échappé lors de ma première Communication. Il a également signalé le mélange réfrigérant formé par le carbonate de soude et l'azotate d'ammoniaque solides, et il en a donné la théorie (p. 718).

rature en se dissolvant en partie dans l'eau mise en liberté, car la dissolution de ces sels aux températures ordinaires absorbe de la chaleur : le nitrate de soude absorbe $-4^{cal},7$; le nitrate d'ammoniaque, $-6^{cal},2$; le sulfate d'ammoniaque, $-1^{cal},35$; le sulfate de soude, -1^{cal} (*Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 532-535). Il y a, comme on le voit, avantage à décomposer totalement le sulfate de soude et à introduire un léger excès de nitrate d'ammoniaque, qui, en se dissolvant en même temps que le nitrate de soude, contribuera au refroidissement, et cela d'autant plus que la température sera déjà plus basse. M. Berthelot a établi en effet que, si la dissolution d'un sel minéral anhydre à la température ordinaire absorbe de la chaleur, cette absorption croîtra sans cesse à mesure que la température initiale s'abaissera davantage (*Mécanique chimique*, t. I. p. 127).

» 2° *Azotate d'ammoniaque et phosphate de soude :*

$$2(AzO^5AzH^4O)\,\text{sol.} + PhO^5, 2NaOHO, 24HO\,\text{sol.}$$
$$= 2(AzO^5NaO)\,\text{sol.} + PhO^5, 2AzH^4OHO\,\text{sol.} + 24HO.$$

En laissant encore de côté l'eau de cristallisation, la formation du premier système correspond à $2 \times 80,7 + (413,6 + 11) = 586^{cal}$. Pour le second, les données relatives au phosphate d'ammoniaque manquent; mais, si l'on observe que la chaleur de formation des azotate, sulfate, formiate, acétate d'ammoniaque solides est de 5^{cal} à 10^{cal} environ inférieure à celle des composés de soude correspondants (*Mécanique chimique*, t. I, p. 389), on en conclura une valeur approchée de la chaleur de formation du phosphate d'ammoniaque, et l'on constatera que les nombres de calories qui correspondent à chacun des deux systèmes sont fort peu différents l'un de l'autre; que, par suite, la double décomposition pourra avoir lieu sans autre changement notable de température que celui qui est dû à la liquéfaction de l'eau. On observe en effet que, en mélangeant dans un mortier équivalents égaux de nitrate d'ammoniaque et de phosphate de soude, la masse se liquéfie en même temps qu'elle se refroidit de 18° environ.

» Le mélange de carbonate de soude et de nitrate d'ammoniaque donne lieu à des remarques analogues et à un refroidissement d'environ 25° (¹). On observe en même temps une odeur d'ammoniaque libre qui tient au peu de stabilité du carbonate neutre. On sait en effet (²) que, mis au contact de

(¹) Voir *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 718.

(²) *Voir* les recherches de M. Berthelot sur la constitution du carbonate d'ammoniaque dissous et sur les équilibres qui existent dans ses dissolutions, même Ouvrage, t. II, p. 234 à 239.

l'eau, ce sel se dédouble avec une facilité extrême en ammoniaque et sesquicarbonate, ou même bicarbonate alcalin.

» Des réactions du même genre se passent encore quand, dans les expériences qui précèdent, on remplace le nitrate d'ammoniaque par le chlorure d'ammonium : la liquéfaction du mélange se produit en même temps que sa température s'abaisse. M. Berthelot a également observé que le carbonate de potasse sec et l'azotate d'ammoniaque donnent lieu à un mélange réfrigérant; le froid est ici dû à la dissociation du carbonate d'ammoniaque (1).

» Ces phénomènes montrent une fois de plus combien, à l'aide de considérations fondées sur les données thermiques, il est facile de se rendre compte de la possibilité de certaines réactions ainsi que des phases qu'elles pourront présenter; ils établissent en outre la possibilité de constituer des mélanges réfrigérants à l'aide de deux substances salines, dont l'une retient beaucoup d'eau de cristallisation, quand la double décomposition qui peut résulter de leur contact s'effectue sans dégagement notable de chaleur. »

CHIMIE. — *Hydrate hydrofluosilicique cristallisé*. Note de M. KESSLER.

« Lorsqu'on prépare l'acide hydrofluosilicique $Fl^2Si + FlH$ par le procédé ordinaire, qui consiste à faire passer du fluorure de silicium dans de l'eau et en séparer la silice qui se dépose, il est impossible d'obtenir un acide concentré : le dépôt volumineux de silice l'absorberait en totalité. On ne peut pas non plus arriver à le concentrer par évaporation, parce qu'il se décompose alors partiellement en ses deux éléments. Il y a quelques années, les difficultés inhérentes à la séparation de cette silice m'ont suggéré un autre mode de préparation que j'ai publié et employé à une fabrication industrielle.

» Il consiste à opérer par synthèse et, au lieu de demander la formation de cet acide à la décomposition de l'eau, à faire simplement passer un courant de fluorure de silicium dans de l'acide fluorhydrique. Lorsque ce dernier est suffisamment concentré, il ne se dépose pas de silice et l'excès même de fluorure de silicium n'est pas absorbé.

» En appliquant ce procédé, il m'est arrivé de voir tout à coup le tuyau

(1) Il signale la même réaction comme s'opérant à froid, plus lentement à la vérité, entre le carbonate de chaux et les sels ammoniacaux (*loco citato*, p. 718). M. Nivet a insisté récemment sur les applications de ce fait à l'Agriculture.

qui amenait le fluorure de silicium dans le récipient, et ce récipient lui-même, remplis par des cristaux, les uns en masse compacte, les autres, au-dessus, en aiguilles. L'eau mère pesait 55° à l'aréomètre de Baumé.

» Ces cristaux, plusieurs fois fondus et reformés par un refroidissement suivi d'un égouttage, étaient de l'acide hydrofluosilicique hydraté pur.

» Ils étaient exempts d'acide fluorhydrique; car leur dissolution aqueuse précipitée par un excès de chlorure de potassium ne produisait pas la moindre érosion sur le cristal. Ils ne renfermaient non plus aucun excès de fluorure de silicium; car le fluosilicate de potasse ainsi formé, lavé d'abord à l'eau alcoolisée, ne laissait dans l'eau de lavage évaporée aucun résidu de silice insoluble. Le fluosilicate alcalin lavé avec de l'acide fluorhydrique n'en abandonnait pas non plus.

» L'acide hydrofluosilicique cristallisé est incolore; il fond vers 19° C. Chauffé un peu au-dessus de ce point, il entre en ébullition, par suite d'une dissociation partielle en acide hydrofluosilicique mêlé de fluorure de silicium, qui se dégage, et d'acide fluorhydrique mêlé d'acide hydrofluosilicique plus aqueux et moins volatil, qui reste.

» Au contact du verre, il dégage du fluorure de silicium pendant que le verre se trouve rongé. Il est d'une excessive déliquescence, quoique son mélange avec l'eau ne m'ait pas paru dégager de chaleur sensible à la main. Il répand à l'air d'épaisses fumées. Il est très dur, et, quand on le fond dans une capsule de platine, ses cristaux, se reformant sur les points non chauffés du métal, y contractent une telle adhérence que je n'ai pas pu les en séparer par crainte de déformer le vase.

» Par ces diverses raisons, je n'ai pu songer à en mesurer les angles au goniomètre; mais, comme ses cristaux atteignent facilement plusieurs centimètres, il m'a été facile de voir leur forme et d'en tracer les contours. C'est celle que j'ai reproduite très approximativement avec des morceaux de liége, que je joins à cette Note; ils dérivent du cinquième système.

» Il est également difficile de le peser sans qu'il s'y ajoute de l'eau. L'essai qui m'en a donné le moins correspondait à un peu moins de $2^{\text{éq}},5$ d'eau pour 1 de $Fl^2\,Si\,Fl\,H$. Il est donc probable que sa formule est $Fl^2\,Si\,Fl\,H + 2\,HO$.

» C'est, je crois, le seul hydrate d'hydracide connu qui cristallise à la température ordinaire, et il serait intéressant de voir si, par le même procédé, on n'obtiendrait pas l'hydrate d'acide hydrofluoborique, ou des combinaisons de fluorure de silicium avec d'autres hydracides, comme l'acide hydrobromique, l'acide hydriodique, etc. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Proportion d'acide carbonique dans l'air.* Note de M. MARIÉ-DAVY, en réponse à la seconde Note de M. Reiset.

« Dans une seconde Communication faite à l'Académie dans la séance du 17 mai courant, M. Reiset, a fait connaître la suite de ses recherches sur la proportion d'acide carbonique de l'air. Je n'ai pas à discuter ces nouveaux résultats de M. Reiset, dont l'habileté est bien connue; mais je crois nécessaire de répondre aux critiques qu'il fait des recherches analogues poursuivies régulièrement tous les jours de l'année, depuis le mois d'avril 1876, par mon collaborateur M. Albert Lévy et son aide, M. P. Allaire. M. Reiset nous reproche de mesurer dans un compteur à gaz le volume d'air qui passe dans nos appareils et de ne pas effectuer les corrections nécessaires de température et de pression.

» En ce qui concerne les compteurs dont nous faisons usage, je dirai que ce sont des compteurs de précision adoptés par M. Regnault, qu'ils sont contrôlés au moyen du gazomètre ordinaire et qu'ils fonctionnent toujours dans les mêmes conditions.

» En ce qui concerne les corrections de température et de pression, je les considère comme indispensables dans les expériences de M. Reiset, qui *dose en poids* l'acide pris à l'air et qui se croit obligé de transformer ce poids en volume sous la température et la pression variables de l'air extérieur, ou, ce qui revient au même, de ramener à 0° et à la pression 760^{mm} le volume de l'air analysé.

» Nous, nous préférons doser directement le *volume* de l'acide dans les conditions mêmes de température et de pression de l'air extérieur. Ce dernier procédé nous paraît plus direct et plus simple. Il a tout au moins l'avantage de diminuer singulièrement les corrections dont parle M. Reiset. Nous ne négligeons cependant pas ces corrections; mais, comme elles ne portent que sur les variations quotidiennes de la température des eaux de la ville, ou du baromètre, elles ne s'élèvent au maximum qu'à une ou deux unités du chiffre du troisième rang, ce qui est à peu près la limite de précision que nous attribuons à nos analyses. C'est pour nous une garantie que les erreurs du fait des corrections sont négligeables.

» Si nous comparons les nombres que nous obtenons à Montsouris, dans l'enceinte de Paris, avec ceux que M. Reiset déduit de ses expériences faites en rase campagne, près de la mer, à 8^{km} de Dieppe, nous

voyons que, du 2 octobre au 14 novembre 1879, trente opérations ont donné à M. Reiset un volume moyen de $30^{lit},1$ d'acide carbonique pour $100\,000^{lit}$ d'air, nombre qu'il trouve un peu supérieur à sa moyenne générale. Du 2 octobre au 31 du même mois, vingt-huit analyses faites à Montsouris donnent pour moyenne $30^{lit},2$, nombre identique à celui de M. Reiset. Il est vrai que notre moyenne descend à $29^{lit},1$ si l'on joint aux vingt-huit analyses d'octobre les onze analyses de la première quinzaine de novembre.

» M. Reiset ne retrouve pas à Dieppe la diminution d'acide que M. Lévy a constatée à Paris à partir des derniers jours d'octobre. Cette discordance serait assez grave si l'on pouvait admettre que les vents ont toujours les mêmes allures et les mêmes propriétés sur les bords de la mer que dans l'intérieur du continent, et surtout si la comparaison, au lieu d'être limitée à quelques jours, s'étendait sans interruption à plusieurs années.

» M. Reiset constate que, à la suite de deux séries d'analyses faites à un intervalle de six années, la proportion d'acide carbonique n'a pas changé, et il en conclut à la stabilité de cette proportion. M. Reiset, dans ses deux séries d'expériences, aurait obtenu deux résultats si différents, qu'on n'aurait pas plus le droit d'en inférer un changement permanent de la proportion d'acide que de la température moyenne de 1879 on ne peut inférer un refroidissement permanent du climat de Paris.

» Il est vrai que M. Reiset, invoquant une ancienne opinion de Gay-Lussac, considère que les courants continuels qui agitent l'atmosphère suffisent à produire une diffusion uniforme du gaz carbonique dans l'air. Cette conclusion serait rigoureusement vraie si la quantité de ce gaz était arrivée à l'état permanent, sans causes de diminution ou d'augmentation, au lieu d'être dans un état d'équilibre toujours mobile entre ces causes agissant sans relâche. Il ne saurait en être autrement de l'acide carbonique que de l'oxygène de l'air, avec cette différence que, en raison de l'inégalité des proportions, un même changement absolu correspond à un changement relatif beaucoup plus grand pour l'acide que pour l'oxygène. 100000 parties d'air en volume renferment 20930 parties d'oxygène et seulement 30 parties d'acide carbonique. M. Regnault a pu constater que cette proportion d'oxygène peut, dans certains cas, et notamment dans les pays chauds, descendre à 20300. Si tout l'oxygène disparu était remplacé sur lieu par du gaz carbonique, la proportion de ce dernier monterait de 30 à 660 : nous sommes bien loin des variations constatées à Montsouris.

» A la théorie de l'uniformité de proportion d'acide on peut opposer des faits nombreux et bien observés. Sans les rappeler ici, je puis citer les résultats de M. Truchot, qui a trouvé : 31,3 d'acide carbonique dans l'air de Clermont-Ferrand, à l'altitude de 395^{m} ; 20,3 dans l'air du sommet du Puy-de-Dôme, à l'altitude de 1446^{m} ; 17,2 au sommet du pic de Sancy, à l'altitude de 1884^{m}. Est-il permis d'attribuer ces écarts progressifs à des erreurs d'expérience ou à des corrections imparfaites?

» A côté de la question d'altitude, il y a aussi la question de latitude. Les régions équatoriales et polaires, les régions maritimes et continentales contiennent-elles partout et en tout temps la même proportion d'acide? Nous l'ignorons, et des analyses accidentelles ne pourraient pas plus nous l'apprendre que quelques observations isolées du thermomètre ne pourraient nous renseigner sur les températures des divers climats.

» Deux années pluvieuses, pendant lesquelles nous avons été, à Paris, sous l'influence du courant équatorial, nous ont fourni une forte proportion d'acide carbonique. Une année antérieure, qui avait été plus sèche, sous l'influence d'un mode différent de circulation atmosphérique, nous en avait donné notablement moins. En voyant la proportion du gaz diminuer à la fin d'octobre 1879 et cette diminution devenir permanente en s'accentuant même à certains moments, nous avons conclu de ce fait, joint à d'autres, que nous entrions probablement dans une période sèche. Jusqu'à présent cette probabilité s'est bien réalisée. Est-ce une simple coïncidence comme il s'en présente tant en Météorologie? L'avenir nous le dira. Mais la réponse à cette question serait beaucoup plus prompte et facile si, en quelque autre endroit que Montsouris, on entreprenait les analyses qu'on y poursuit régulièrement depuis plus de quatre années. M. Reiset nous donne la preuve de l'intérêt qu'il y attache, et le point en discussion méritait d'être signalé aux météorologistes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de l'acide malonique.* Note de M. E. **Bourgoin**, présentée par M. Berthelot. (Extrait.)

« L'acide malonique, découvert en 1858 par Dessaignes en oxydant l'acide malique par le bichromate de potassium, a été obtenu synthétiquement en 1864 par Hugo Müller et par Kolbe.

» Malgré les nombreuses recherches dont cet acide a été l'objet, sa préparation par synthèse a toujours été une opération difficile et peu produc-

tive. Ayant eu besoin, pour mes électrolyses, d'une notable quantité de ce produit, j'ai été amené non seulement à répéter et à comparer les diverses méthodes de préparation qui ont été successivement proposées, mais encore à faire un grand nombre d'essais en vue de simplifier et de régulariser cette réaction. Après bien des essais infructueux, j'ai résolu la question. Voici le procédé auquel je me suis définitivement arrêté pour effectuer facilement la synthèse de l'acide malonique.

» Je dissous 100gr d'acide monochloracétique dans le double de son poids d'eau, et je sature la solution par du bicarbonate de potassium cristallisé, environ 110gr. J'ajoute alors 75gr de cyanure de potassium pur, simplement pulvérisé. Après dissolution, je chauffe avec précaution au bain-marie : une ébullition brusque, accompagnée d'un vif dégagement de chaleur, ne tarde pas à se manifester. Après la réaction, le liquide reste parfaitement incolore.

» On ajoute à ce liquide le double de son volume d'acide chlorhydrique concentré, on sépare le chlorure de potassium qui se dépose et on sursature par un courant d'acide chlorhydrique gazeux, opération qui se fait avec une grande élévation de température. Il se forme encore du chlorure de potassium, accompagné cette fois de chlorhydrate d'ammoniaque qui cristallise en partie par le refroidissement. On sépare ces sels sur un tampon d'amiante et on déplace l'eau mère qui les imprègne avec un peu d'acide chlorhydrique; on ajoute l'eau de lavage à la solution acide que l'on évapore, d'abord à l'ébullition, puis au bain-marie.

» Le résidu, presque sec, peu volumineux, est facilement épuisé par l'éther, véhicule qui abandonne d'abord par distillation ou par évaporation 70gr d'acide malonique parfaitement pur. L'eau mère, après une légère concentration, donne encore une vingtaine de grammes d'acide malonique cristallisé sensiblement pur, second dépôt que l'on purifie par cristallisation dans l'éther, sans perte appréciable.

» En suivant exactement cette marche, les réactions secondaires sont si restreintes que les eaux mères, peu abondantes du reste, cristallisent en quelque sorte jusqu'à la dernière goutte, à tel point qu'en opérant avec beaucoup de soin et sur des produits purs on obtiendrait sans doute le rendement théorique. Tout au plus, dans les conditions précitées, observe-t-on la formation d'une très petite quantité d'acide acétique, conformément à l'équation suivante :

$$C^6H^4O^8 = C^2O^4 + C^4H^4O^4.$$

En résumé, le procédé que je viens de décrire présente plusieurs avantages sur ceux qui ont été publiés jusqu'à ce jour : 1° il est simple, expéditif; 2° il donne des liquides incolores qui fournissent du premier jet un acide bien cristallisé; 3° le rendement est très satisfaisant, presque théorique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de l'éther sulfurique neutre.* Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. Berthelot.

« L'éther sulfurique neutre $(C^4H^4)^2S^2H^2O^8$ a été découvert en 1848 par Wetherill, qui l'a obtenu par l'action de l'acide sulfurique anhydre sur l'alcool et sur l'éther. Ce procédé de préparation, le seul employé jusqu'à ces derniers temps, donne en majeure partie de l'éther sulfurique, mais aussi des proportions notables d'éther iséthionique, et peut-être d'éther éthionique, comme le montrent les produits de décomposition de cet éther obtenus par Wetherill et par M. Erlenmeyer. Le rendement est, du reste, assez faible. Depuis, plusieurs auteurs l'ont préparé en traitant par l'alcool l'éther chlorosulfurique résultant de l'action du chlorure de sulfuryle sur l'alcool.

» J'ai été conduit à une préparation plus simple fondée sur l'action de l'acide sulfurique ordinaire sur l'alcool. L'éther neutre se produit en très petites quantités dans les équilibres qui s'établissent soit à la température ordinaire, soit à 100° dans les mélanges d'acide sulfurique et d'alcool, et on peut l'isoler en traitant par un dissolvant, tel que l'éther ou le chloroforme, le mélange étendu d'eau glacée. J'ai trouvé ainsi 5^{gr} à 7^{gr} pour 400^{gr} d'alcool mélangés avec une quantité équivalente d'acide sulfurique [1].

» J'ai pensé qu'on pourrait obtenir de plus grandes quantités d'éther neutre en retirant celui-ci par la distillation à mesure qu'il se produit dans les mélanges d'alcool et d'acide sulfurique, de manière à empêcher l'équilibre normal de s'établir.

» *Préparation.* — L'éther neutre peut en effet se préparer en distillant dans le vide un mélange d'acide sulfurique et d'alcool. 200^{gr} d'alcool

[1] M. Claesson, qui, le premier, a constaté la formation de l'éther neutre dans ces conditions, en aurait obtenu ainsi 25^{gr}. Je n'ai pu dépasser la proportion que j'ai indiquée en appliquant exactement le procédé qu'il a donné.

absolu, distillés lentement dans le vide avec deux fois leur volume d'acide sulfurique *concentré*, m'ont ainsi donné jusqu'à 30^{gr} d'éther neutre. Le rendement moyen est de 25^{gr}. Il est d'autant plus considérable que la distillation est menée plus lentement, et celle-ci doit durer toute une journée. La fin de l'opération est indiquée par la formation d'une mousse abondante et par l'augmentation de la pression intérieure. Un réfrigérant doit être adapté à la cornue.

» Le liquide qui passe dans le récipient se divise en deux couches; la couche inférieure est constituée par de l'éther neutre pur et incolore. On peut le rectifier dans le vide; les premières gouttes entraînent les traces d'eau et d'acide sulfureux qu'il peut dissoudre, puis le liquide distille à point fixe jusqu'aux dernières gouttes. On n'augmente pas le rendement en prenant de l'acide sulfurique fumant. L'éther ordinaire dans les mêmes conditions donne de faibles quantités d'éther sulfurique.

» On obtient aussi de petites quantités d'éther neutre en distillant un mélange d'alcool et d'acide sulfurique sous la pression ordinaire. On sait que c'est lui qui, mêlé avec des carbures polymères de l'éthylène, constitue l'*huile douce de vin*.

» Voici les températures auxquelles il bout sous diverses pressions :

Pressions.	Points d'ébullition.
mm	o
45........	120,5
40........	118,0
35........	115,5
31........	113,5

» Le point d'ébullition s'abaisse régulièrement, comme on le voit, du moins sous de faibles pressions, de $2^{o},5$, quand la pression diminue de 5^{mm}. Il cristallise et fond vers $-24^{o},5$.

» Il se dissout immédiatement dans l'eau de baryte chaude et donne la proportion théorique de sulfovinate de baryte et d'alcool, ainsi que je l'ai constaté par un dosage volumétrique. Cette décomposition ne donne naissance, du reste, qu'à du sulfovinate de baryte ordinaire; je m'en suis assuré en décomposant 220^{gr} d'éther neutre par la baryte et mesurant les cristaux obtenus par des évaporations successives.

» Le mode de décomposition de l'éther neutre permet de le regarder comme l'éther éthylsulfurique de l'alcool. Aussi ai-je essayé de le préparer par l'éthérification directe de l'acide sulfovinique. Mais je n'ai pu déterminer ainsi que la production classique de l'éther ordinaire, qui paraît commencer à se produire dès la température ordinaire. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Présence dans le* Soja hispida (*Münch.*) *d'une quantité notable d'une substance soluble dans l'alcool et facilement transformable en glucose.* Note de M. A. **Levallois.**

« M. Pellet a donné récemment ([1]) les résultats de quelques analyses de *Soja hispida* (ou pois oléagineux). La somme des quantités de sucre, d'amidon et de dextrine trouvées par ce chimiste est de 3,10 pour 100.

» J'ai eu moi-même, l'année dernière, l'occasion de faire plusieurs analyses de cette graine, et je suis arrivé à un résultat différent ([2]).

» En effet, d'après mes dosages, la graine en question contient de 9 à 11 pour 100 d'une substance soluble dans l'alcool. Cette substance ne réduit la liqueur de Fehling qu'après quelques minutes d'ébullition avec l'eau acidulée par l'acide sulfurique. Son pouvoir dextrogyre est considérable; l'ébullition avec l'eau acidulée le ramène à peu près à celui du glucose. Par ses caractères optiques elle se rapproche de la dextrine, mais elle semble en différer par la rapidité avec laquelle elle se transforme en glucose.

» Disposant d'une quantité de matière qui m'avait fait défaut jusqu'ici, je me propose de faire une étude plus complète de ce corps. »

ZOOLOGIE. — *Fonctions de la vessie natatoire des Poissons.* Note de M. C. **Marangoni.**

« Mes observations et mes expériences m'ont conduit aux conclusions suivantes :

» 1° *La vessie natatoire est l'organe qui règle l'émigration des Poissons.* Les Poissons qui vivent toujours au fond de la mer sont privés de vessie et n'émigrent pas, parce qu'ils sont toujours dans des eaux peu profondes et par suite tièdes (Raies, Turbots, Soles). Au contraire, les Poissons qui émigrent (Thons, Esturgeons, Morues, Harengs) ont tous une vessie natatoire. Ils vivent dans des eaux profondes et froides et émigrent pour aller, à la surface, déposer leurs œufs dans des eaux plus chaudes.

([1]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 1177.

([2]) *Annales de la Société d'Horticulture d'Etampes.*

» La vessie natatoire des Poissons de mer est parfaitement close. On sait, depuis Biot, que la proportion d'oxygène qui s'y développe sous l'influence des *corps roux* augmente avec la profondeur. Si l'on admet qu'au moment de la reproduction et sous l'influence d'un état hypertrophique des corps roux l'oxygène sécrété augmente et fasse gonfler la vessie, on comprendra comment les Poissons sont poussés à la surface. Il se passe quelque chose d'analogue dans l'acte de la fécondation des plantes phanérogames aquatiques.

2° *Toutefois, les Poissons ne s'élèvent pas comme des ludions et ont à lutter, à l'aide de leurs nageoires, contre l'influence de leur vessie natatoire.* En mettant ensemble des petits Poissons morts et vivants dans un flacon aux trois quarts plein d'eau, et dans lequel on comprime ou on dilate l'air en soufflant ou aspirant au moyen de la bouche, on voit, si l'on augmente la pression, les Poissons morts tomber au fond et les vivants s'élever à la surface, la tête en avant. Si l'on raréfie l'air, les Poissons vivants se dirigent vers le fond, les morts remontent en haut. Les Poissons combattent donc par des mouvements continus les influences passives dues à la pression hydrostatique, dont ils ont tout à craindre, car Biot et Delaroque ont observé que les Poissons pêchés à de grandes profondeurs et amenés rapidement à la surface y arrivent avec la vessie déchirée.

» 3° *La vessie natatoire produit chez les Poissons une double instabilité, une de niveau, l'autre de position.* Le Poisson, ayant une fois adapté sa vessie pour vivre à une certaine profondeur, peut, sous l'influence de la plus faible variation de pression, ou être précipité en bas ou poussé vers le haut, comme l'a démontré M. Moreau et comme on peut facilement le prouver avec le ludion. Les Poissons sont donc en équilibre instable quant au niveau. Ils le sont aussi quant à la position. En effet, la vessie étant placée dans la région ventrale, le centre de gravité est au-dessus du centre de pression, et les Poissons sont toujours menacés d'être retournés sens dessus dessous. Ils prennent cette position quand ils sont morts ou moribonds.

» Cette double instabilité force les Poissons à une gymnastique continuelle et contribue sans doute à les rendre forts et agiles. Les plus agiles des animaux terrestres sont aussi ceux qui ont la moindre stabilité. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur la structure de l'axe au-dessous des feuilles séminales chez les Dicotylédones.* Note de M. **R. Gérard**, présentée par M. P. Duchartre.

« Les résultats que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie ont été fournis par des travaux ayant pour but la recherche du point où l'axe, perdant les caractères de la racine, prend ceux de la tige et le mode d'union de ces deux organes.

» Ce point (*collet* ou *nœud vital*), d'après les idées ayant généralement cours, correspondrait au lieu où l'épiderme lisse de la tige fait suite à l'épiderme villeux de la racine. Les deux organes seraient disposés comme deux cônes opposés par leur base.

» L'étude de nombreuses plantes, appartenant à trente familles différentes, me fait regarder cette opinion comme complètement erronée. Jamais les faits n'ont présenté cette concordance. Dans quelques cas, jusqu'à présent rares (plantules très volumineuses), le changement de structure s'opère avant la mutation de l'épiderme; le plus souvent on ne l'observe qu'au-dessus du point où elle a lieu et à des hauteurs différentes. Généralement, la portion de l'axe hypocotylé qu'on regardait comme appartenant à la tige ne revêt en aucun de ses points la structure bien nette de cet organe; même dans un très grand nombre de cas, pour ne pas dire la majorité (plantules de faible diamètre), la structure de la racine se retrouve presque intacte jusqu'au-dessous des cotylédons. Il est alors fréquent de voir la nervure médiane des cotylédons formée à la base par un faisceau ligneux isolé à développement centripète, orientation caractéristique de la racine.

» Le passage n'est jamais brusque; il se divise en plusieurs phases qui peuvent se succéder plus ou moins rapidement. On peut en observer une ou plusieurs sans que les autres se produisent; c'est alors qu'on retrouve la structure de la racine sur toute l'étendue de l'axe hypocotylé. L'épiderme lisse cuticularisé est superposé sans transition à l'épiderme villeux.

» La couche sous-jacente, dont on a méconnu jusqu'à présent le rôle important, me semble constituer le véritable organe protecteur de la jeune racine (l'épiderme villeux devant être regardé en raison de ses cellules à parois minces, demi-cylindriques, par conséquent faiblement unies, et de peu de durée, comme un organe essentiellement dévolu à la nutrition). Composée de cellules allongées radialement et fortement unies entre elles,

cette couche forme une membrane continue, subérifiée en partie, comme l'indique sa coloration noirâtre. Je la distinguerai sous le nom de *membrane épidermoïdale*. Après le changement d'épiderme, ses cellules s'arrondissent et tendent à se confondre avec le cylindre cortical. Elle n'a plus le même rôle à jouer.

» Le cylindre cortical sous-jacent est formé par un parenchyme arrondi à nombreux méats; sa puissance et sa structure varient peu sur tout le trajet. La couche protectrice, plus ou moins nette, peut se retrouver jusqu'à la naissance des cotylédons.

» La couche rhizogène se comporte de façons très différentes, selon l'activité de ses cellules. Toujours plus persistante, en face des faisceaux vasculaires, elle se confond souvent, dans la partie supérieure, avec le liber et perd ses caractères.

» Les faisceaux libériens restent simples, se bifurquent ou se trifurquent. Dans le premier cas, ils repoussent les membranes rhizogène et protectrice et, s'étalant latéralement, débordent les faisceaux vasculaires en passant au-dessus, et s'unissent en un anneau continu. Dans les autres cas, rien de pareil; les deux masses ou les deux masses latérales (lorsqu'il y a trois faisceaux) se rapprochent des faisceaux vasculaires primaires, et ce sont ceux-ci qui viendront se superposer au liber. Le faisceau médian passera dans le bourgeon.

» La première modification que subissent les faisceaux vasculaires est un mouvement de retrait vers la couche rhizogène. De là résultent : 1° la formation de la moelle dans les axes qui en étaient dépourvus, son agrandissement dans les autres; 2° la disposition sur plusieurs rangs des vaisseaux primitivement unisériés. La deuxième phase consiste dans la pénétration de la moelle dans leur intérieur, pénétration qui donne à ces faisceaux la forme d'un V ouvert, du côté du centre. Les extrémités libres des branches vont s'appuyer sur les masses libériennes voisines. Parfois le faisceau se trouve séparé totalement en deux masses parallèles. Dans un troisième temps, les faisceaux, de centripètes qu'ils étaient plus bas, deviennent centrifuges et se superposent au liber; la structure de la tige se réalise.

» Trois causes amènent ce mouvement et, selon que l'une ou l'autre ou plusieurs agiront à la fois, le mécanisme sera différent. 1° Le mouvement est dû à une multiplication radiale des cellules de la couche rhizogène opposées au faisceau et à la prolification des cellules conjonctives latérales. Le faisceau poussé de front et sur ses faces tourne sur ses extrémités internes

adossées au liber comme une porte à deux battants sur ses gonds. Les branches du V se séparant dans ce parcours, il en résulte finalement deux faisceaux libéro-ligneux. 2° Le tissu conjonctif agit seul; les (ou la) trachées primitives restent accolées à la couche rhizogène. Les vaisseaux plus internes tournent seuls pour se superposer au liber. 3° Le troisième cas s'observe lorsque les faisceaux libériens se réunissent pour former un anneau continu. Aussitôt après leur fusion en dehors d'un faisceau vasculaire, leur partie interne cambiale, devenant activement génératrice, repousse les vaisseaux vers l'intérieur. Dans ce cas, il peut ne pas y avoir de mouvement de volet, mais un véritable chevauchement des vaisseaux les uns sur les autres, les phénomènes préparatoires ne s'étant point produits. Cette action est de beaucoup la plus active des trois, et c'est elle qui détermine la structure de la tige avant le changement d'épiderme.

» Je continue ces recherches, les étendant à toutes les plantes vasculaires. »

GÉOLOGIE. — *Itinéraire de Biskra chez les Touâregs.* Extrait d'une Lettre de M. **Roche** à M. Delesse.

El Biôd, 2 mai 1880.

« La mission du colonel Flatters, à laquelle je suis attaché, devait étudier l'un des tracés du chemin de fer trans-saharien et pousser aussi loin que possible son exploration au sud de l'Algérie. Elle a pu s'avancer jusqu'à 750^{km} au delà d'Ouargla, sur la route de Temassinin à Rhat; mais, à cause des exigences croissantes des Touâregs, qui n'ont d'ailleurs pas de véritable chef, le colonel Flatters a cru devoir retourner, d'autant plus que notre itinéraire véritable aurait dû être la ligne passant par la sebkha Amadghor.

» La mission rapporte des renseignements assez sérieux sur la question du chemin de fer. Pour ma part, j'ai pu examiner les terrains géologiques peu nombreux qui constituent ces contrées; ils appartiennent seulement au quaternaire, au crétacé et au dévonien.

» Le dévonien forme tout le massif du plateau des Azgueurs (Azdjers), qui est découpé par des rivières fortement encaissées. Il se compose d'une série de couches de grès quartzeux, dur, plus ou moins fin, quelquefois un peu argileux, auquel cas on y rencontre quelques fossiles : Orthis, Rhynchonella, Orthocères et même Trilobites. Il est vraisemblable qu'il existe d'anciens volcans dans le plateau, car j'ai rencontré sur un certain

nombre de points des morceaux de lave roulée; cette lave contenait parfois du péridot et des zéolithes.

» Le crétacé présente une bande le long du plateau; il se compose de quelques couches de calcaire plus ou moins marneux et de marnes avec beaucoup de gypse. On y rencontre aussi des fossiles.

» Le quaternaire constitue un dépôt immense depuis Biskra jusqu'à El Biôd. La question des dunes est la plus importante relativement à ce terrain; elle a été étudiée déjà par MM. Vatonne, Pomel et H. Le Châtelier, mais je n'ai pas encore eu le temps de coordonner d'une manière bien complète mes idées sur ce sujet. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *De la structure et du développement du tissu dentinaire dans la série animale.* Note de M. E. **Magitot**, présentée par M. Robin.

« On désigne, depuis R. Owen, sous le nom de *tissu dentinaire* ou *dentine* le tissu fondamental qui entre dans la constitution anatomique de certains organes, tels que les écailles et les épines des poissons cartilagineux, la partie essentielle de l'organe dentaire de la plupart des animaux, etc.

» La structure de ce tissu a été considérée jusqu'à ce jour comme constituée par une *substance fondamentale* homogène creusée de *canalicules*.

» Un ensemble de recherches récentes nous a montré que cette interprétation doit être regardée comme inexacte et nous a conduit à décrire les faits anatomiques d'une manière toute différente.

» En effet, si l'on prépare, sous l'eau et en évitant soigneusement toute tendance à la dessiccation, une coupe histologique de dentine prise sur un des organes désignés plus haut et fraîchement séparé de l'animal, la composition de ce tissu apparaît sous l'aspect suivant :

» 1° Une *substance fondamentale* homogène ou finement granuleuse forme la masse du tissu. Elle est dure, résistante, demi-transparente et d'une composition organo-minérale dans la proportion de $\frac{1}{2}$.

» 2° Un faisceau de *fibrilles* molles disposées à leur point de départ par troncs parallèles, puis ramifiées et anastomosées dans tous les sens pendant leur trajet au sein de la substance fondamentale, et aboutissant, à la limite du tissu, à une série de petites dilatations formant dans leur ensemble un système terminal d'anastomoses réciproques. Ces fibrilles sont intimement adhérentes au tissu ambiant, sans interposition d'aucune membrane ou substance quelconque. Elles font partie intégrante de la masse.

3° Un organe mou, de nature papillaire, occupant invariablement une cavité creusée au centre ou au-dessous de la masse du tissu dentinaire. Cet organe est simple ou divisé, c'est-à-dire que la cavité qui le renferme est unique ou pourvue de prolongements (*vaso-dentine*, *plici-dentine* de Tomes). Toute sa surface est recouverte d'une couche non interrompue de cellules épithéliales, *cellules de la dentine* ou *odontoblastes*. L'organe est en outre abondamment pourvu de vaisseaux et contient une quantité considérable de nerfs de sensibilité dont les extrémités terminales sont en continuité avec les cellules elles-mêmes par l'intermédiaire d'un système de filaments et de cellules spéciales (*substratum* des odontoblastes). D'autre part, ces odontoblastes présentent à leur extrémité périphérique des prolongements filiformes (queues des odontoblastes), lesquels pénètrent dans la substance de la dentine et y représentent précisément par leur ensemble le réseau fibrillaire.

» Dans un examen ainsi pratiqué d'une pièce fraîche préparée sous l'eau, avec ou sans ramollissement préalable dans les acides faibles, il est impossible de discerner aucune autre particularité anatomique essentielle, non plus qu'on ne peut apercevoir la trace de canalicules indépendants. L'existence universellement admise de ceux-ci ne repose que sur une erreur d'interprétation résultant de l'observation de pièces sèches, dans lesquelles la dessiccation de la fibrille a produit l'apparence purement artificielle d'un tube resté vide.

» La démonstration de cette manière de voir sera complète si l'on étudie une coupe fraîche de dentine soumise à l'action prolongée des acides faibles; on se convaincra aisément que le réseau fibrillaire isolé au sein d'une masse devenue gélatiniforme constitue en réalité la trame unique du tissu.

» La dentine doit donc être regardée comme un *tissu fibrillaire* inclus dans une masse dure et homogène à laquelle on ne saurait attribuer la structure canaliculée, pas plus qu'on ne serait fondé à l'admettre pour un muscle ou tout autre organe parcouru par un réseau de fibrilles nerveuses. Le tissu osseux lui-même, occupé, comme on sait, par des cellules ramifiées, ne saurait être davantage regardé comme creusé de cavités et de canaux qu'en raison de la même erreur d'interprétation résultant de l'observation de pièces sèches.

» Les faits du développement du tissu dentinaire concourent d'autre part à la démonstration de ces vues anatomiques.

» On observe, en effet, dès le début de la formation de la dentine, que

les éléments de la substance fondamentale élaborés par la couche des cellules ou *odontoblastes* se déposent molécule à molécule autour du filament caudal de chacune de ces cellules. Ils forment ainsi à ce filament et à toutes ses subdivisions une véritable gaîne complète en contact absolu avec lui. Chaque filament fibrillaire représente donc l'axe de développement d'une gaîne de dentine, tandis que l'ensemble des fibrilles forme comme le squelette général du tissu.

» Si nous cherchions une comparaison qui frappe l'esprit, nous dirions que le phénomène est comparable à celui qui se produit au sein d'une source calcaire pétrifiante lorsqu'on y plonge la tige ramifiée d'une plante, laquelle se recouvre d'une masse calcaire continue et homogène.

» La formation de la dentine, ainsi commencée par le groupement des matériaux organo-calcaires autour des prolongements périphériques des odontoblastes, se continue de dedans en dehors par l'allongement progressif de chaque filament et l'augmentation proportionnelle en épaisseur de la couche de dentine. Ce phénomène est permanent; il se poursuit pendant toute la période qui précède la chute de l'organe (écaille, épine ou dent), lequel est généralement soumis, comme on sait, à un renouvellement plus ou moins actif pendant le cours de la vie.

» La dentine, ainsi formée à la surface d'une couche de cellules spéciales et autour de filaments émanés de ces cellules mêmes, est un tissu éminemment pourvu d'un mouvement nutritif, rénovation moléculaire complète. Il est doué, d'autre part, d'une sensibilité propre, dont l'agent essentiel est la fibrille, laquelle est mise, par l'intermédiaire des odontoblastes, en communication directe avec les extrémités terminales des nerfs de sensibilité; ces ramifications nerveuses sont les mêmes que celles qui alimentent les papilles sensitives de la peau, dont les organes pourvus de dentine ne sont que des dépendances (tissu phanérophore et phanères de de Blainville).

» Ainsi constituée, la dentine n'est nullement assimilable à un produit sécrété, ainsi que l'idée en a été formulée par quelques auteurs; c'est un tissu vivant, sensible, sans analogue dans l'économie animale, où il possède une physionomie et un rôle qui lui sont propres.

» Tandis que le développement en épaisseur de la couche de dentine s'est continué de dedans en dehors à la surface de la couche des odontoblastes, la surface extérieure du tissu se recouvre soit d'un revêtement osseux (cément), comme cela a lieu pour la défense de l'éléphant, soit plus ordinairement d'une lame protectrice formée d'un autre tissu composé

de prismes parallèles. Ce dernier tissu, appelé *émail*, est, aussitôt après sa formation, dépourvu de tout mouvement nutritif. Il fait, à la surface de la dentine, l'office d'un *épithélium durci*. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Sur la muqueuse de la région cloacale du rectum.* Note de MM. G. HERRMANN et L. DESFOSSES, présentée par M. Robin.

« La muqueuse de l'extrémité inférieure du rectum ne se continue pas directement avec le tégument externe. Il existe à ce niveau une zone circulaire, haute de $0^m,006$ à $0^m,012$, répondant aux saillies musculaires de Morgagni, et qui représente une partie persistante du cloaque de l'embryon. Cette *région cloacale* est revêtue par une muqueuse spéciale qui se trouve nettement limitée du côté du rectum et se continue au contraire avec la peau par une transition sensible.

» Chez l'homme, son épithélium présente, sur les parties saillantes, la forme polyédrique stratifiée à cellules superficielles aplaties; dans les dépressions et les sinus, il prend le type prismatique stratifié à cellules superficielles allongées et transparentes. Le chorion a la structure du derme, sauf une plus grande richesse en éléments fibro-plastiques et embryo-plastiques.

» Cette région présente de petites glandes en grappe vers la partie moyenne, quelques glandes en tubes simples, semblables à celle du rectum vers sa limite supérieure, et enfin des follicules clos d'un petit volume dans toute son étendue.

» Au fond des sinus limités par les valvules semi-lunaires, l'épithélium se prolonge dans des sortes de canaux irréguliers qui s'étendent vers le sphincter interne, au contact duquel ils s'élargissent fréquemment, formant des excavations anfractueuses. De ces dernières on voit partir un ou plusieurs conduits, tapissés par le même épithélium et assez semblables à des tubes glandulaires. Ces conduits suivent un trajet sinueux dans les cloisons de tissu cellulaire qui séparent les faisceaux musculaires et traversent ainsi le sphincter dans toute son épaisseur; arrivés dans le tissu conjonctif interposé entre ce muscle et la couche longitudinale, ils présentent plusieurs ramifications courtes qui finissent en cæcums au milieu de petits amas de cellules rondes ou polyédriques ayant l'aspect de follicules clos.

» Lorsqu'on étudie comparativement la muqueuse cloacale chez le chien, on trouve un appareil glandulaire bien plus développé (indépendamment des glandes anales proprement dites, qui débouchent sur la peau et non

dans le cloaque). Les glandes sont plus volumineuses, et beaucoup d'entre elles sont situées en dehors du sphincter interne, qui se trouve ainsi traversé par un certain nombre de conduits excréteurs, notamment vers son extrémité inférieure ; on voit également d'énormes follicules clos, mais tous sont placés à la surface de la muqueuse.

» Ces données d'Anatomie comparée expliquent dans une certaine mesure les singulières dispositions que l'on constate sur l'homme. On peut considérer, en effet, les conduits ramifiés qui existent chez ce dernier comme des organes rudimentaires répondant aux glandes de la muqueuse cloacale des animaux. Cette interprétation paraît d'autant plus vraisemblable, que ces formations sont également réduites à quelques vestiges sur les singes anthropoïdes (gorilles) et qu'on les voit se développer dans l'homme, tout comme de véritables glandes, par des bourgeons épithéliaux qui traversent le sphincter au quatrième ou cinquième mois de la vie fœtale.

» Au point de vue chirurgical, ces longs conduits tortueux, coiffés à leur extrémité par de petits follicules clos, présentent un certain intérêt, eu égard notamment au rôle qu'ils peuvent jouer dans la production des fistules compliquées qu'on rencontre si fréquemment dans cette région ([1]). »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Sur l'inoculabilité du charbon symptomatique et les caractères qui le différencient du sang de rate.* Note de MM. ARLOING, CORNEVIN et THOMAS, présentée par M. Bouley.

« I. Les animaux de l'espèce bovine présentent, dans plusieurs localités (parmi lesquelles nous signalerons le Bassigny, dans le département de la Haute-Marne), une maladie toujours mortelle, qui débute brusquement par de la tristesse, de l'inappétence et l'apparition d'une tumeur irrégulière, mal circonscrite, sur le tronc, l'encolure, l'espace inter-maxillaire ou sur l'un ou l'autre membre. Dans tous les cas, cette tumeur progresse avec une rapidité étonnante, envahissant les muscles et les interstices musculaires; d'abord homogène et très douloureuse, elle devient peu à peu insensible, crépitante et sonore à son centre; les tissus qui la forment sont noirs, friables et laissent échapper, par incision, un sang rouge, puis noir, et enfin une sérosité spumeuse et une assez grande quantité de gaz. Pendant que la maladie évolue localement, les symptômes généraux s'ag-

([1]) Ce travail a été fait dans le laboratoire d'Histologie de la Faculté de Médecine.

gravent; la température de l'animal s'élève, puis décroît; bref, en trente-six ou quarante-huit heures, le malade est emporté.

» Ce tableau répond à l'affection appelée par Chabert *charbon symptomatique*, lequel constitue, avec le sang de rate et la pustule maligne, son groupe des affections charbonneuses.

» Grâce aux observations ou aux recherches de Rayer, Davaine, Pollender, Delafond, Brauell et surtout de MM. Koch, Pasteur, Toussaint, on sait que l'une des maladies charbonneuses de Chabert, le *sang de rate*, est le résultat de l'évolution du *Bacillus anthracis* ou *bactéridie charbonneuse*. Le charbon symptomatique serait-il, lui aussi, un des modes de manifestation de la présence du *Bacillus anthracis*, ou doit-il être distrait du groupe des affections dont le type est la fièvre charbonneuse ou sang de rate?

» En Allemagne, Feser et Bollinger appellent le charbon symptomatique *tumeur enphysémato-gangréneuse*, et Feser dit avoir reproduit cette maladie en inoculant la boue des marais près desquels vivent les bœufs exposés à ses attaques. En France, M. Boulet-Josse et M. Vernant ont supposé, d'après les faits cliniques, une différence de nature entre le sang de rate et le charbon symptomatique; mais une démonstration rigoureuse, expérimentale, était encore à donner.

» II. Dans le sang des animaux malades ou morts du charbon dit symptomatique, généralement on ne voit aucun élément étranger; quelquefois on aperçoit de rares granulations isolées, mobiles, difficiles à déterminer histologiquement, et des bâtonnets bien plus rares encore, sur lesquels nous reviendrons. Mais, sous l'influence de conditions qui nous échappent encore pour le moment, le sang se charge de corpuscules ovoïdes, brillants, isolés ou accolés bout à bout, au nombre de deux ou trois, et de bâtonnets courts, mobiles en tous sens.

» Ces mêmes microbes sont très peu nombreux dans la sérosité de la tumeur, mais ils se présentent en nombre considérable dans le tissu conjonctif inter et intra-musculaire, ainsi que dans l'intérieur des faisceaux contractiles de la tumeur. On peut les rencontrer aussi dans les ganglions lymphatiques, les reins, la rate et le poumon. Le microbe cantonné en ces points, d'où on l'extrait par raclage, diffère de la bactéridie charbonneuse par ses caractères objectifs et biologiques, ainsi que par ses effets pathologiques. Il est plus court et plus large qu'elle, très mobile, arrondi à ses deux extrémités et presque toujours pourvu près de l'une d'elles, jamais au milieu, d'un noyau clair.

» III. Avec les tissus de la tumeur et l'eau distillée, nous avons préparé une pulpe riche en microbes. Injectée dans l'épaisseur des muscles ou dans le tissu cellulaire sous-cutané, elle produit des accidents dont les caractères varient suivant le siège de l'inoculation et l'espèce des sujets inoculés.

» Sur le veau et le mouton, nos inoculations ont été constamment mortelles dans l'espace de trente à soixante heures; dans le tissu cellulaire, elles ont produit un œdème chaud et douloureux de la région, crépitant, surtout chez le veau, s'étendant graduellement aux parties déclives; dans les muscles, elles ont entraîné la formation d'une tumeur qui offrait tous les caractères de la tumeur spontanée.

» Sur le cobaye, elles ont tué presque toujours; nous avons vu, chez un animal inoculé avec un produit qui avait passé déjà par l'organisme de plusieurs sujets, se développer au point inoculé une tuméfaction énorme, qui s'est terminée par l'ouverture spontanée de deux abcès.

» Sur le rat blanc, on obtient des effets locaux (gangrène, escharres); mais, d'ordinaire, cette espèce survit à l'inoculation.

» Le lapin inoculé avec la pulpe d'une tumeur recueillie sur le bœuf quelques heures avant la mort a succombé en présentant localement les lésions caractéristiques du charbon symptomatique; mais les pulpes préparées avec la tumeur du bœuf deux jours après la mort ou avec la tumeur expérimentale fraîche du mouton et du cobaye n'ont produit que des abcès et parfois des accidents pyohémiques.

» L'âne et le cheval résistent aux inoculations; ils ne gagnent qu'un engorgement local des muscles et du tissu cellulaire voisin, douloureux et chaud pendant quelques jours, qui disparaît bientôt complètement.

» Le chien et la poule nous ont paru absolument hors des atteintes du microbe du charbon symptomatique.

» IV. Si l'on filtre les pulpes sur le plâtre, d'après le procédé de M. Pasteur, le liquide rougeâtre qui a traversé le filtre est inoffensif.

» *Conclusions.* — 1° Le charbon symptomatique de l'espèce bovine est inoculable au bœuf et à certaines autres espèces animales.

» 2° Il est transmis par un microbe qui pullule dans les tissus musculaire et conjonctif de la tumeur, qui est très rare ou même absent dans le sang; c'est donc surtout dans la tumeur qu'il faut le chercher.

» 3° Ce microbe est retenu par le filtre en plâtre.

» 4° Par ses caractères, les effets qu'il produit et les espèces animales qui sont propres à son évolution, il diffère nettement du *Bacillus anthracis*.

» 5° Donc le charbon symptomatique du bœuf ne doit plus être con-

fondu avec le sang de rate dans le groupe des affections charbonneuses.

» Nous poursuivons nos recherches, et, dans une Note ultérieure, nous ferons connaître les résultats obtenus quant aux caractères biologiques du microbe et les conséquences médicales qui en découlent. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur le voyage d'exploration de M. Rohlfs dans le Sahara oriental.* Extrait d'une Lettre de M. **Berlioux** à M. Yvon Villarceau.

« Au mois de juin 1879, l'Académie a inséré dans les *Comptes rendus* une Note que je vous avais adressée sur les Tables géographiques de Ptolémée. Pour démontrer l'exactitude de ces Tables et la valeur de la première école de Géographie astronomique, *j'indiquais d'avance* les découvertes *que devait faire,* dans le Sahara oriental, l'expédition conduite par M. Rohlfs. J'avais dressé, d'après Ptolémée, la Carte de cette région, et je l'avais envoyée au chef de l'expédition allemande.

» L'épreuve a pleinement réussi. Malheureusement l'expédition a été arrêtée à moitié chemin, et elle a dû revenir sur ses pas avant d'atteindre un des points les plus curieux de la terre africaine. Mais, pour toute la portion du désert libyen qu'elle a explorée, les indications fournies par les Tables de Ptolémée ont été d'une grande exactitude.

» L'expédition préparée par les géographes de Berlin avait d'abord essayé de pénétrer dans le Sahara oriental par Sella (vers 15° longitude E. de Paris, 28°40′ latitude N.). Je lui avais annoncé qu'elle trouverait, dans cette direction, une ancienne voie romaine, jalonnée de pyramides ou grandes bornes, et un long ouadi. M. Rohlfs n'a pu suivre cette route, mais ses guides lui ont appris qu'on y trouve des pierres portant des inscriptions. C'était déjà un commencement de preuve en faveur de mes prévisions.

» Après le premier échec, l'expédition alla chercher une autre route plus loin vers l'ouest, à Augila (vers 18°55′ longitude E., 29°4′ latitude N). Sur cette nouvelle route, les Tables de Ptolémée indiquaient deux grands traits. En premier lieu, les voyageurs devaient rencontrer, à 4°30′ d'Augila, une chaîne ou massif montagneux mesurant 1°30′ de l'ouest à l'est, C'était le mont Azar, qui était habité par les Azari à l'époque de Ptolémée.

» Après cela, si l'on s'avançait plus loin vers le sud, à 4°12′ environ du massif d'Azar, on devait atteindre un long ouadi, se développant sur une étendue de 8°45′ au moins, que les anciens nommaient le Ger oriental et

où l'on rencontrait six villes. Tout cela prouve combien les solitudes du Sahara oriental cachent de régions intéressantes.

» M. Rohlfs n'est pas allé jusqu'au Ger, mais il est arrivé jusqu'au massif des anciens Azari. Ce massif est bien véritablement à 4°30′ d'Augila, et il s'étend de l'ouest à l'est, comme le signalent les Tables, sur un développement de 1°30′. Plusieurs groupes de ce massif, qui s'appellent aujourd'hui Haouari (Hauari), gardent peut-être le nom des Azari. La chaîne principale se nomme le Djebel Neri, et l'oasis est celle de Koufra. (Le Djebel, les marais, deux lacs, *tout y est,* écrit M. Rohlfs.)

» Pour les détails, l'exactitude des Tables n'est pas moins grande. Elles indiquent quatre terres habitables sur la route d'Augila au massif des Azari, et ces quatre terres ont été retrouvées par les explorateurs modernes. Mais ces détails demanderaient des explications qui ne peuvent trouver place dans une Note comme celle-ci; je les ai communiqués à M. Rohlfs, et je les publierai prochainement.

» Ces faits prouvent combien il est fâcheux que l'expédition allemande ait été arrêtée à Koufra. Les voyageurs ont été attaqués dans cette oasis, et ils ont eu de la peine à échapper aux agresseurs. L'attaque s'explique naturellement, quand on sait que ces régions sont dominées par des sociétés secrètes musulmanes qui sont hostiles aux Européens. Ces sociétés étendent leur influence sur une grande partie du Sahara et opposeront probablement des obstacles à l'expédition française qui opère au sud de l'Algérie.

» A cause des difficultés de ce genre, la nouvelle expédition africaine qui se prépare à Berlin ne prendra pas la route d'Augila. La découverte du Ger oriental est donc ajournée. Mais l'expérience faite à Koufra est déjà suffisante pour que l'on reconnaisse la valeur des Tables de Ptolémée et pour que l'on relève ce magnifique Ouvrage de la proscription injuste dont il est frappé. »

GÉOGRAPHIE. — *Expéditions françaises dans l'Afrique centrale.* Note de M. **Marius Fontane**, présenté par M. de Lesseps. (Extrait.)

« Le crédit de 100000fr inscrit au budget de la République, à titre de subvention, *pour l'établissement de deux stations scientifiques et hospitalières, une sur la côte occidentale et l'autre sur la côte orientale d'Afrique,* nous a permis, joint aux sommes que nous ont apportées les fondateurs, les membres

ordinaires et les membres donateurs de la Section française, de préparer l'installation, à l'orient et à l'occident de l'Afrique équatoriale, de deux premières stations.

» A l'orient, notre but est d'établir une station à Kirassa, près de Kiora, soit à environ 250^{km} de Bagamoyo.

» Le capitaine Bloyet, de la marine marchande française, désigné comme chef de ce premier poste, est parti de Marseille pour Zanzibar. M. A. d'Abbadie, à qui cette mission revenait de droit, et M. Grandidier ont bien voulu initier M. le capitaine Bloyet aux exigences scientifiques de son mandat.

» La tâche du capitaine Bloyet sera largement simplifiée, au point de vue matériel, dès le début, grâce à l'intervention d'un Français séduit par la grandeur du but recherché : M. Sergère, qui, le premier, tente d'organiser des relations commerciales suivies entre la côte orientale de l'Afrique et l'intérieur, a mis à notre disposition, avec une abnégation absolue, et son expérience pratique des choses africaines et les avantages de ses propres installations dans le pays.

» Nous avions demandé pour le capitaine Bloyet, aux professeurs du Muséum, des indications et des encouragements. Les éminents professeurs du Muséum ont spontanément remis à notre stationnaire, non seulement des instructions précieuses, mais encore une provision d'objets de nature diverse qui serviront bien la bonne volonté scientifique de notre stationnaire et vaudront à la science de meilleurs résultats.

» M. l'abbé Debaize, frappé sur sa route, y a laissé des instruments, des armes, des munitions que le Ministre de la Marine lui avait confiés. Voulant en quelque sorte continuer l'œuvre de M. Debaize, à laquelle il s'était si patriotiquement intéressé, M. Georges Perin a demandé pour nous et a obtenu que ce qui avait été confié au malheureux abbé Debaize le fût désormais à M. le capitaine Bloyet.

» A l'occident de l'Afrique équatoriale, la fondation de la première station se présentait comme un problème plus délicat, sinon plus difficile qu'à l'orient : les terres y étaient moins connues.

» On se souvient de l'héroïque persévérance avec laquelle M. Savorgnan de Brazza et M. le Dr Ballay, il y a quelques années à peine, découvraient les sources de l'Ogooué. C'est M. Savorgnan de Brazza qui s'est chargé d'explorer à nouveau cette partie de l'Afrique, de désigner le point de la première station et d'y installer le stationnaire. M. Savorgnan de Brazza s'est embarqué à Liverpool le 3 janvier. Le courageux compagnon de M. de Brazza, le docteur Ballay, se dispose à le rejoindre.

» Le but de ces deux explorateurs est, après avoir rempli la mission qu'ils ont acceptée de la Section française, après avoir installé le stationnaire, de reprendre la grande mission géographique qu'ils se sont volontairement donnée et dont la découverte des sources de l'Ogooué et des grands affluents du Congo, l'Alima et la Licona, ne fut à leurs yeux qu'un commencement.

» La Société de Géographie de Paris ayant pris sous son patronage les importantes explorations que MM. Savorgnan de Brazza et le Dr Ballay se proposent d'entreprendre après avoir fondé la station, le Comité français a offert aux explorateurs un canot à vapeur gréé.

» S. M. le Roi des Belges a fait offrir, au nom de l'Association internationale, pour le cas où nos premiers moyens financiers seraient insuffisants à assurer le maintien de nos installations africaines, une somme de 40 000fr. Déjà le Ministère de la Marine et des Colonies nous a accordé une somme de 12 000fr et le Ministère des Affaires étrangères une somme de 10 000fr.

» Le 12 mai, M. Ferdinand de Lesseps a fait, au Cirque des Champs-Élysées, une conférence sur l'entreprise du percement de l'isthme de Panama, au profit de notre Société. »

M. **Fr. Jimenez** adresse une Carte céleste projetée sur l'horizon de Mexico, accompagnée d'une explication (extrait) :

« La Carte céleste projetée sur l'horizon de Mexico, divisée en quatre planisphères portant les numéros I, II, III, IV qui indiquent la position du ciel pour chacun des équinoxes et solstices, a été dressée en prenant pour chacun d'eux la situation du ciel correspondant au passage de l'équinoxe ou du solstice par le méridien de Mexico, dont la latitude géographique est de 19°26'0"N. Le tracé des méridiens ou cercles horaires de 15° en 15° ou d'heure en heure et celui des cercles de déclinaison de 15° en 15° ont été calculés d'après le système de *projection de Lorgna*.

» L'écliptique, sur chaque planisphère, est divisée de degré en degré de longitude; on a marqué avec des chiffres arabes les indications correspondant à chaque trentaine de degrés. Outre les degrés de longitude, on trouve les dates des jours de l'année, marquées par de petits cercles noirs sur l'écliptique même et numérotées de cinq en cinq, avec l'indication du mois répondant à chaque quinzième jour. Les pôles de l'écliptique sont indiqués.

» En dehors du cercle qui limite la projection de chaque planisphère se trouvent tracés d'autres cercles concentriques qui la limitent extérieurement, lesquels sont divisés en arcs de 15′ en 15′ et numérotés de 10° en 10°, depuis 0° dans la partie supérieure, ou le nord de l'observateur, jusqu'à 180° vers l'est et l'ouest, dans le but de trouver graphiquement l'azimut d'un astre à une date et une heure déterminées, ainsi que sa distance zénithale.

» Dans la partie inférieure de chacun des planisphères sont dessinées : dans celui de gauche, une échelle universelle des ascensions droites; dans celui de droite, une échelle universelle de déclinaisons, permettant de trouver les coordonnées célestes de chaque étoile ou d'en tracer d'autres qui ne s'y trouvent pas placées. A la partie supérieure, on voit les échelles de grandeur des étoiles. A la gauche, dans la partie supérieure du planisphère n° I, se trouvent des lignes qui indiquent les distances relatives des planètes primaires au Soleil, en prenant pour unité celle de Neptune, avec indication en outre du nombre de satellites de chaque planète.

» A la droite du planisphère n° III, sont des lignes qui marquent les valeurs relatives des diamètres de ces mêmes planètes, en prenant pour unité celui de Jupiter, qui est très approximativement dix fois moindre que celui du Soleil.

» A la gauche, dans la partie supérieure du planisphère n° II, on a placé une Table qui indique les volumes, masses et densités des planètes, en prenant pour unité ceux de la Terre, la quantité de lumière et de chaleur qu'elles reçoivent de l'astre central, et la durée de leurs révolutions et rotations.

» A la droite du planisphère n° IV, se trouve un diagramme qui indique l'inclinaison des orbites de ces mêmes planètes par rapport à l'écliptique ou à l'orbite de la Terre.

» Dans les planisphères, on trouve les étoiles divisées par constellations, qui sont séparées les unes des autres par des lignes pointillées. »

M. Chasles présente le *Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche* de M. le prince Boncompagni, et signale les articles suivants : 1° (p. 847-862) un Mémoire inédit de Pierre Maggi intitulé : *Intorno ai principii di meccanica molecolare del signor Dottore Ambrosio Fusinieri,* précédé (p. 339-346) d'une Notice de M. Biadego sur ce Mémoire; 2° (p. 863-880) une Note de M. Boncompagni sur une édition très rare intitulée : *Opera d'abbaco del reverendo padre don Smiraldo Borghetti da Lucca;*

in Venetia, 1594, dont on ne connaît que deux exemplaires, l'un à la Bibliothèque nationale de Paris, et l'autre à la Bibliothèque ducale de Gotha; 3° (p. 881-890) une addition à l'article intitulé « Sur les vies inédites des » trois mathémaciens Danck, Linières et Luca Pacioli, écrites par Bernar- » dino Baldi », précédemment publié dans le *Bullettino* (352-438). Ce supplément, ajouté par M. Boncompagni à sa publication citée ci-dessus, renferme des documents inédits d'un grand intérêt, qui datent des années 1497-1511; 4° (p. 891-894) une traduction de l'allemand en italien, par M. le Dr Sparagna, d'une Notice de M. Eilard Wiedemann relative à l'histoire des Sciences naturelles chez les Arabes; 5° (p. 895-898) une traduction, faite aussi par M. Sparagna, d'un article allemand de M. Guillaume Von Bezold, sur l'*Histoire de l'Optique physiologique*; 6° (p. 809-803) autre traduction, faite par M. Sparagna, d'un écrit de M. E. Gerland sur l'*Histoire de l'invention de l'aréomètre*; 7° (p. 904-912) une étude historico-mathématique de M. Aristide Marre sur deux mathématiciens de l'Oratoire (les PP. Claude Jacquemet et Louis de Bizance). Dans ce Mémoire, M. Aristide Marre fait voir que c'est au P. Jacquemet, éminent professeur à Vienne (Dauphiné), et non au P. Malebranche, qu'il faut attribuer nombre de pièces manuscrites sur l'Arithmétique supérieure, l'Algèbre, les Sections coniques et la Gnomonique qui se trouvent dans trois volumes manuscrits de la Bibliothèque nationale, provenant du fonds de l'Oratoire. 8° Enfin les pages suivantes (913-961) font connaître les publications les plus récentes sur les Mathématiques, la Physique et l'Astronomie, en toutes langues.

» J'éprouve un vif regret d'avoir à annoncer à l'Académie que ce *Bullettino* termine la publication que M. le prince Boncompagni a entreprise il y a douze ans, avec un zèle profond pour le progrès des Sciences physiques et mathématiques, et un travail continu et personnel qu'exigeaient de très nombreuses recherches en toutes langues comme en tous pays. »

M. L. **Mongardon** adresse la description d'un moteur aérostatique auquel il donne le nom de *nacelle mécanique*.

M. **Boulangier** adresse un Mémoire intitulé « Étude sur le relief du sol ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

COMITÉ SECRET DU 24 MAI 1880.

La Section de Mécanique présente, par l'organe de son doyen, M. de Saint-Venant, la liste suivante de candidats à la place vacante dans cette Section par suite du décès de M. le général *Morin* :

En première ligne.	M. **Bresse.**
En deuxième ligne, ex æquo, *par ordre alphabétique*	M. **Boussinesq.** M. **Levy.**
En troisième ligne.	M. **Haton de la Goupillière.**
En quatrième ligne	M. **Sarrau.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 24 MAI 1880.

Ministère de la Marine et des Colonies. Manuel de pyrotechnie à l'usage de l'artillerie de la marine; t. I. Paris, typogr. G. Chamerot, 1879; in-8°.

Aide-mémoire d'artillerie navale; livr. 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21. Paris, typogr. G. Chamerot, 1876-1879; 9 livr. in-8°, avec Atlas in-folio.

Mémorial de l'artillerie de la marine; livr. 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22. Paris, typogr. G. Chamerot, 1876-1879; 7 livr. in-8°, avec Atlas in-folio.

La Chimie pour tous; par A.-D. Deluc. I : *Métalloïdes et métaux*. Paris, Fouraut, 1880; in-8°.

Chimie synthétique. Reproduction de quelques substances minérales, etc.; par M. E. Monier. Saint-Denis, impr. Ch. Lambert, sans date; br. in-8°.

Usage du cercle méridien portatif pour la détermination de l'heure et des positions géographiques; par M. P. Hatt. Paris, Impr. nationale, 1880; in-8°. (Présenté par M. Yvon Villarceau.)

Mémoires et bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; 3e et 4e fascicules, 1878. Paris, G. Masson; Bordeaux, Féret, 1879; in-8°.

Melun et sa transformation depuis 1830; *par* M. VARANGOT. Melun, H. Michelin, 1880; br. in-8°.

Notes sur les inconvénients et les difficultés du tunnel étudié sous le mont Blanc et de ses lignes d'accès projetées. Avantages incontestables d'un chemin de fer international par le Simplon; par M. D. COLLADON. Genève, impr. Schuchardt, 1880; in 8°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; 4e série, t. III, 6e livr., 1879 : *Procès-verbaux de l'année* 1879. Bordeaux, impr. Durand, 1879-1880; 2 livr. in-8°.

Mémoires de la Société académique de Maine-et-Loire; t. XXXV : *Sciences.* Angers, impr. Lachèse et Dolbeau, 1880 ; in-8°.

Réforme de la nomenclature botanique; par le Dr SAINT-LAGER. Lyon, Association typogr. C. Riotor, 1880; in-8°.

Il gabinetto di Mineralogia e Geologia della R. Universita di Padova. Cenni del prof. G. OMBONI. Padova, F. Sacchetto, 1880; br. in-8°.

Transactions of the royal Society of Edinburgh, vol. XXIX, Part I, *for the session* 1878-1879. Edinburgh, 1880; in-4°.

Verhandelingen der koninklijke Akademie van Wetenschappen. Afdeeling natuurkunde. Deel XXIX. Amsterdam, J. Muller, 1879; in-4°.

OUVRAGES ADRESSÉS AUX CONCOURS DE 1880.

PRIX MONTYON (MÉCANIQUE). — *Associations des propriétaires d'appareils à vapeur du nord de la France, normande et parisienne. Défauts de tôles, corrosions, incrustations, etc.; par* M. E. CORNUT. Lille, impr. Danel, 1878; in-8°.

PRIX MONTYON (MÉDECINE ET CHIRURGIE). — *Contributions à la chirurgie des voies urinaires; par le* Dr GUILLON père. Paris, J.-B. Baillière, 1879; in-8°.

Recherches expérimentales comparatives sur l'action du chloral, du chloroforme et de l'éther; par S. ARLOING. Paris, G. Masson, 1879; in-8°, avec pièces diverses.

Méthode rationnelle du traitement des plaies chez le cheval et chez l'homme; par M. COULET. Poitiers, impr. Dupré, 1880; br. in-8°.

Traité pratique et clinique des blessures du globe de l'œil; par le Dr A. YVERT. Paris, Germer-Baillière, 1880; in-8°.

PRIX DUSGATE. — *Mort réelle et mort apparente; par* F. GANNAL. Paris, A. Coccoz, 1868; in-8°, avec pièces.

PRIX DESMAZIÈRES. — *Catalogue des lichens du mont Dore et de la Haute-*

Vienne; par Ed. Lamy de La Chapelle. Paris, au siége de la Société botanique de France, 1880; in-8°, avec suppléments.

Prix Barbier. — *Le hoàng-nàn, remède tonquinois contre la rage, la lèpre et autres maladies; par* E.-C. Lesserteur. Paris, J.-B. Baillière, 1879; in-8°.

Prix Godard. — *Des abcès chauds de la prostate et du phlegmon périprostatique; par le* Dr P. Segond. Paris, G. Masson, 1880; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 mai 1880.

Affaires étrangères. Commission technique européenne formée en vertu d'un accord intervenu entre les puissances signataires du traité de Berlin, 1879. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4°.

Détermination de l'emplacement d'un pont à établir sur le Danube dans le voisinage et à l'est de Silistrie; par M. L. Lalanne. Paris, Dunod, 1880; br. in 8°.

Cours de Calcul différentiel et intégral; par J.-A. Serret. 2e édition. T. II : *Calcul intégral*. Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-8°.

Nouveaux éléments de Physiologie humaine; par H. Beaunis. 2e édition. IIe Partie : *Physiologie de l'individu*, pages 465 à 800. Paris, J.-B. Baillière, 1880; in-8°.

A. Fauvel. *Annuaire entomologique pour* 1880. Caen, chez l'auteur, rue d'Auge, 16; Paris, Buquet, 1880; in-18.

Recherches philosophiques et physiologiques sur la nature de l'homme et de l'être vivant; par C.-A. du Péan. Paris, Ghio, 1880; in-8°.

Racines adventices ou volantes créées par une méthode nouvelle et mises hors des atteintes du Phylloxera; par E. Maffre. Montpellier, typogr. Boehm, 1880; br. in-8°. (Renvoi à la Commission.)

Étude des cours d'eau; par Ch. Hauvel. Clermont (Oise), impr. Daix, 1880; br. in-8°.

Notice sur le surchauffeur différentiel de M. Ch. Hauvel. Clermont (Oise), impr. Daix, 1880; br. in-8°.

Le Phylloxera; par Maurice Girard. 3e édition. Paris, Hachette et Cie, 1880; in-18.

La téléphonie, sa théorie, ses applications. Le pantéléphone; par L. de Locht-Labye. Paris, aux bureaux du journal *l'Electricité*, 1880; in-8°.

Etude sur le relief du sol et recherche des lois qui y président; par A. Boulangier; Ier et IIe fascicules. Paris, Dunod, 1880; 2 Parties in-8°.

Epidemiology, or the remote cause of epidemic diseases in the animal and in

the vegetable creation, etc.; by John Parkin. Part II, second edition. London, David Bogue, 1880; in-8° relié.

De la cloralizacion en la extraccion de las cataratas, etc., por L. Oliveres y de Bonen. Badajoz, tip. *La Industria,* 1880; in-8°.

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. Boncompagni; t. XII, dicembre 1879. Roma, 1879; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Ouvrages adressés aux Concours pour l'année 1880.

Concours Boudet. — *Nouvelles applications de l'acide phénique en Médecine et en Chirurgie; par* M. le Dr Déclat. Paris, A. Delahaye, 1865; in-8°. Avec un Mémoire manuscrit.

De la fièvre dite bilieuse inflammatoire à la Guyane; par le Dr P. Burot. Paris, Doin, 1880; in-8°.

Concours Barbier. — *La méthode graphique et les appareils enregistreurs; par le* Dr G. Le Bon. Paris, E. Lacroix, 1879; in-8°.

Concours Montyon (Statistique). — *La démographie figurée de l'Algérie; par le* Dr R. Ricoux. Paris, G. Masson, 1880; in-8°.

Concours Montyon (Arts insalubres). — *Des os et de leur emploi dans la fabrication du noir animal, du suif, du sulfate d'ammoniaque, des boutons, etc., procédés nouveaux; par* M. Huyard. Bordeaux, impr. Gounouilhou, 1880; in-8°. Avec documents divers.

Questions maritimes. Le navire insubmersible; par Ch. Labrousse. Fascicules I et II; Paris, chez l'auteur et chez Challamel, 1879; in-8°. Avec pièces diverses. (Adressé aussi au Prix extraordinaire de six mille francs et au prix Plumey.)

Concours Montyon (Physiologie expérimentale). — *Physiologie nouvelle de l'hydrothérapie; par* P. Delmas. Paris, Germer-Baillière, 1880; in-8°. (Adressé aussi au Concours de Médecine.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 JUIN 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Bresse* à la place devenue vacante dans la Section de Mécanique, par suite du décès de M. le général *Morin*.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Bresse** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. *W. Miller*, Correspondant pour la Section de Minéralogie.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un dérivé bromé de la nicotine.* Note de MM. **A. Cahours** et **A. Étard**.

« C. Huber a décrit, dans les *Annalen der Chem. und Pharm.* (t. CXXXI, p. 257), un dérivé bromé de la nicotine, auquel il attribue la formule

$$C^{20}H^{13}Az^2Br^5 = C^{20}H^{12}Az^2Br^2, HBr, Br^2.$$

» Ce composé, considéré par lui comme un bromhydrate de bromure de nicotine bibromée, a été préparé par l'action du brome sur une solution éthérée de nicotine.

» Nous n'avons pas ici à traiter de ce corps, que nous n'avons pas essayé de reproduire; mais, d'après les circonstances mêmes de sa préparation, nous avons pensé que, le brome réagissant sur l'éther, l'acide bromhydrique qu'il renferme pouvait bien provenir, non du remplacement de l'hydrogène de la nicotine par du brome, mais bien de l'attaque de l'éther par ce corps. Afin de nous affranchir de cette cause de perturbation, nous avons remplacé la solution éthérée de nicotine par une solution aqueuse, de manière à fixer, par addition, du brome sur les noyaux pyridiques qui, ainsi qu'il résulte des expériences que nous avons publiées et d'observations antérieures, existent, ainsi qu'on n'en saurait douter, dans la nicotine.

» On prend, à cet effet, une solution de 1 partie de nicotine dans environ 50 parties d'eau, et l'on ajoute, en ayant soin d'agiter, 4^{at} de brome pour 1^{mol} de nicotine. Il se forme un précipité floconneux, jaune, d'aspect résineux et très abondant. On porte la température à 65°-70° à l'aide d'un courant de vapeur d'eau, en ayant bien soin de ne pas s'écarter de ces limites. On filtre, et, par le refroidissement, il se sépare des cristaux en abondance.

» La partie non dissoute, traitée de même par de l'eau à 70°, fournit un dépôt cristallin identique au précédent. Si dans ces préparations il se perd un peu de brome par évaporation, il faut le remplacer, un léger excès de ce corps ne nuisant pas au succès de l'opération.

» Les cristaux obtenus par la méthode indiquée ci-dessus affectent la forme d'aiguilles d'un rouge de bichromate de potasse, fines, longues de plusieurs millimètres et n'éprouvent aucune altération à la température ordinaire. Elles agissent sur la lumière polarisée. Chauffées à sec dans un tube de verre, elles laissent dégager du brome et de l'acide bromhydrique, puis se charbonnent. Solubles dans l'eau chaude, elles perdent du brome au sein de ce liquide dès qu'on dépasse la température de 70° : c'est ce qui explique la nécessité de ne pas aller au delà de ce terme dans la préparation de ce composé. Dissous dans une solution suffisamment concentrée d'acide bromhydrique, il acquiert de la stabilité et ne perd plus sensiblement de brome. Par le refroidissement, il laisse déposer un produit cristallisé moins rouge que le précédent et qui, selon toute vraisemblance, est le bromhydrate du dérivé primitif.

» Des dosages de brome parfaitement concordants et qui s'accordent parfaitement avec le calcul conduisent à établir pour cette substance la formule

$$C^{20}H^{14}Az^{2}Br^{4},$$

et nous pensons, jusqu'à plus ample information, que le composé signalé par Huber n'est autre que le bromhydrate de ce dérivé par addition, qui aurait pris naissance en vertu d'une réaction secondaire dont nous avons évité la production (¹).

» On sait aujourd'hui que la plupart des alcaloïdes renferment des groupes pyridiques et, de plus, qu'ils donnent immédiatement, par le contact du brome et de l'iode, des dérivés solides qui, pour ce dernier, ont été déjà décrits par M. Jœrgensen comme des produits d'addition nettement définis. Il est probable, d'après cela, que les dérivés bromés amenés à l'état de cristaux pourront de même être sériés.

» Le tétrabromure de nicotine est décomposé par une solution aqueuse de potasse. Dans l'action réciproque de ces corps, il se forme des produits dérivant d'une oxydation profonde de la nicotine, sur lesquels nous nous proposons de revenir prochainement. Cette oxydation serait déterminée par l'hypobromite de potasse, qui se forme tout d'abord, ainsi qu'il est facile de le constater par l'examen des liquides avant la fin de l'opération.

» Notre but, en faisant cette Communication préalable, est de signaler nos premiers résultats à un moment où bien des recherches sont dirigées dans ce sens, afin de pouvoir en poursuivre convenablement l'étude. Nous signalerons, en terminant, et sans en décrire les résultats, une réaction qui nous a fourni d'assez grandes quantités d'un nouveau dérivé dont nous ferons connaître prochainement les caractères. En traitant 1^{mol} de nicotine étendue de deux fois son poids d'eau par 4^{at} de brome et en chauffant ce mélange à 130° pendant quelques heures en vase clos, on constate après le refroidissement que, outre la formation d'une certaine quantité d'acides bromhydrique et carbonique, il s'est séparé des cristaux en assez grande abondance. »

(¹) Trois déterminations de brome très concordantes nous ont donné pour moyenne le nombre 66,6; le calcul donne pour la formule précédente le nombre 66,4.

GÉOLOGIE. — *Histoire géologique du canal de la Manche;* par M. **Hébert**. (Ire Partie.)

« Je me propose, dans cette Communication, de rechercher quel a été, dans les temps géologiques, le relief de la région occupée aujourd'hui par le canal de la Manche.

» Dans de précédentes publications ([1]), j'ai donné des indications générales sur l'étendue occupée par la mer, dans le nord de la France et le sud de l'Angleterre, pendant la période du terrain jurassique supérieur. La mer du Nord couvrait alors la partie orientale de l'Angleterrre et pénétrait en France entre le massif de roches anciennes du Cotentin et celui de l'Ardenne. Elle s'étendait sur la grande dépression naturelle du bassin de Paris, dont la ceinture montagneuse, déjà bien marquée, était formée par la Bretagne et la Vendée réunies, le plateau central, les Vosges et l'Ardenne.

» La forme de ce grand golfe est nettement dessinée, sur toute Carte géologique de l'Europe, par la disposition des couches déposées par cette mer; elle est démontrée par les caractères littoraux que présentent ces dépôts le long des rivages que nous venons d'indiquer.

» Les mêmes caractères prouvent que le golfe anglo-parisien a conservé la même forme générale non seulement pendant toute la période jurassique, mais pendant la période crétacée, jusques et y compris l'époque de la craie de Meudon. Il n'y a eu de changement que dans l'étendue recouverte par la mer, le sol tantôt s'exhaussant, tantôt s'affaissant, par suite d'oscillations générales et lentes.

» Jusqu'à la fin de la période jurassique, une terre émergée, s'étendant de Londres vers Calais, Douai et l'Ardenne, servait de rivage au golfe anglo-parisien. Ce golfe, dirigé S.E.-N.O., embrassait bien la partie centrale du canal de la Manche; mais à l'est, de Calais à Londres, comme à l'ouest, du Cotentin au Cornouailles, une barrière de roches anciennes séparait cette partie centrale, soit de la mer du Nord, soit de l'océan Atlantique.

» Au commencement de la période crétacée, à l'époque wealdienne, on constate l'existence d'une dépression S.O.-N.E., occupant la partie septen-

---

([1]) *Comptes rendus*, 17 janvier 1876. — *Annales des Sciences géologiques*, t VII, n° 2, p. 23.

trionale de la Manche et les régions méridionales de l'Angleterre, depuis Weymouth jusqu'à la mer du Nord. A ce moment, le bassin de Paris était émergé. J'ai montré comment la mer l'avait occupé de nouveau à l'époque néocomienne et comment, à l'époque du gault, la terre qui s'étendait de Londres à Calais, à Douai et à l'est de ces points s'était affaissée et avait reçu plus tard de puissants dépôts crayeux.

» Pendant cette immense période des temps jurassiques et crétacés, l'Angleterre et la France restaient unies par la large bande de roches anciennes dont le bord oriental s'étendait de Barfleur à Start-Point et qui, à l'ouest, joignait la Bretagne au pays de Cornouailles. La partie la plus large de la Manche était une terre ferme où certainement la mer jurassique et la mer crétacée n'ont jamais pénétré (¹) jusqu'à l'époque de la craie de Meudon.

» A l'époque suivante, celle de la craie supérieure ou danienne, la présence entre Valognes et Carentan d'un lambeau de calcaire à baculites, dont l'âge n'est point douteux, prouve que la mer a occupé, dans cette contrée, une petite dépression limitée au nord, à l'ouest et au sud par des terrains beaucoup plus anciens, dont l'assise la plus récente appartient à la base du terrain jurassique. Toute la série oolithique, tout le terrain crétacé inférieur manquent.

» Il a donc fallu que la mer du Nord s'avançât vers l'ouest jusqu'à Valognes, à travers les couches crétacées et jurassiques déposées antérieurement, puis émergées et consolidées, ou bien qu'une rupture eût lieu à travers l'isthme de roches anciennes pour permettre à l'Atlantique d'atteindre le golfe de Carentan en contournant le Cotentin.

» Si la première supposition semble plus naturelle, il y a cependant des motifs qui paraissent appuyer la seconde. En effet, le calcaire à baculites n'a aucun représentant exact dans le nord de l'Europe; il semble se rapprocher plutôt de la craie de l'Amérique du Nord et être, par conséquent, un produit de l'Atlantique.

» Dans tous les cas, nous avons ici la preuve du prolongement vers l'ouest de la dépression de la Manche à la fin de la période crétacée.

» Nous allons trouver d'autres indices précieux de la forme et de l'extension de cette dépression en consultant les dépôts tertiaires qui subsistent encore dans le voisinage.

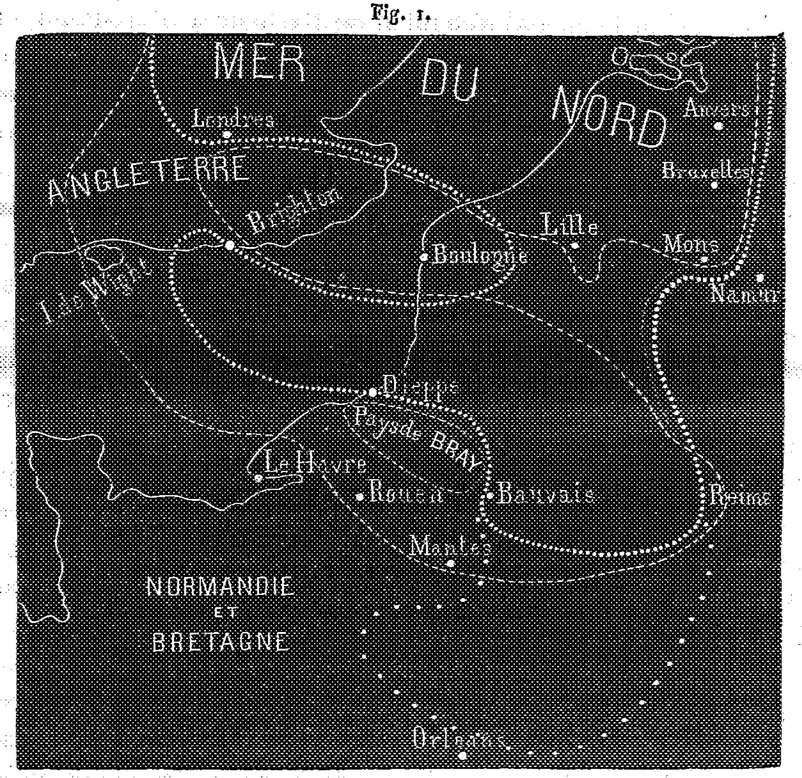
» Pendant une partie de la période de l'éocène inférieur, la dépression

(¹) A l'exception peut-être de l'époque cénomanienne.

anglo-parisienne a été couverte de lagunes où se sont accumulés des sédiments d'eau saumâtre ou même d'eau douce et des lignites; mais la mer du Nord venait de temps à autre y déposer de véritables sédiments marins.

» De Reims et d'Épernay par Château-Thierry, Mantes et les plateaux de la Normandie, on suit ces dépôts saumâtres jusqu'à la côte qui s'étend de Fécamp à Dieppe et à Saint-Valery-sur-Somme. On les retrouve parfaitement identiques sur la côte du Hampshire.

Fig. 1.



La ligne - - - - - - - représente le contour des lagunes où les lignites se sont formés.
La ligne .... figure le contour du golfe des sables de Bracheux, et le prolongement . . . . représente le cordon littoral des poudingues de Nemours.

» A cette époque, cette partie moyenne de la Manche était donc sous des eaux tantôt saumâtres, tantôt salées, et l'on peut s'assurer, en suivant la trace des dépôts marins, qu'ils venaient bien de la mer du Nord. Nous reviendrons tout à l'heure sur ces dépôts marins.

» Les lagunes où se formaient les lignites étaient sensiblement au niveau de la mer, puisque celle-ci les a envahies à plusieurs reprises, les recouvrant d'un dépôt marin régulier, souvent très mince, sans qu'il y ait trace

du moindre phénomène de ravinement. La substitution des eaux salées aux eaux douces s'est faite sans trouble mécanique, ce qui ne peut s'expliquer que par une égalité presque absolue entre le niveau de la lagune et celui de l'océan.

» Or, aujourd'hui, les lambeaux de ces formations saumâtres sont, sur les plateaux de la Normandie, à une altitude de plus de 80^{m} à Varangéville, près de Dieppe, et à 100^{m} à Criel.

» A cette époque, le niveau relatif de la mer était donc plus élevé de près de 100^{m}. Les falaises n'existaient point. La Manche était simplement une dépression à pentes douces qui, dans la suite des temps, par l'effet d'un exhaussement du sol, a été creusée sous l'action prolongée de la mer.

» On comprend que, les plateaux continentaux (Picardie, Normandie) se trouvant si voisins du niveau de l'océan, de faibles oscillations du sol devaient déterminer des variations considérables dans le figuré du littoral et transformer la lagune en golfe ou réciproquement.

» La ligne -.-.-.- (*fig.* 1) représente les limites des lagunes des lignites.

» Si l'on cherche à se rendre compte de la forme du golfe que la mer occupait antérieurement à l'époque des lignites, c'est-à-dire pendant le dépôt des sables de Bracheux, on trouve que (ligne ....) la mer du Nord s'étendait à l'ouest jusqu'à Londres, à l'est jusqu'à Mons; de Londres à Calais, elle longeait le massif crayeux de la rive droite de la Tamise. Le rivage s'étendait au sud-est vers Calais, le Boulonnais étant alors réuni à la région qui lui fait face en Angleterre. Les falaises qui s'étendent aujourd'hui de Brighton à Douvres et à Margate faisaient corps, par le prolongement des couches de craie qui les constituent, avec celles qui leur font face en France, depuis l'embouchure de la Somme jusqu'à Calais. Il est donc bien certain qu'à ce moment le pas de Calais n'était pas ouvert, et ce n'est en effet que dans des temps beaucoup plus récents qu'a eu lieu cette ouverture. Le Boulonnais formait l'extrémité d'un promontoire; la mer le contournait, s'avançait à l'ouest, d'Étaples vers Brighton, revenait ensuite au sud-est vers Dieppe, passait au nord du pays de Bray, qui déjà formait une saillie, et couvrait la dépression parisienne entre Beauvais, Paris et Reims. Le rivage oriental s'étendait de Reims à Mons.

» C'est à cette mer qu'est dû, indépendamment des sables de Bracheux qui ont précédé les lignites, le dépôt des couches marines intercalées dans ceux-ci.

» La mer du Nord, couvrant une grande partie de la Belgique et la plaine des Flandres, pénétrait donc alors dans le bassin de Paris par un assez large détroit dont Douai était le centre. Mais ce détroit était peu profond, et un

légér mouvement d'exhaussement général du sol à l'est, et d'affaissement à l'ouest, l'a mis à sec, et a reculé plus à l'ouest les limites de la dépression qui, partant du bassin de Paris, s'étendait sur l'emplacement de la partie centrale de la Manche vers l'île de Wight.

» C'est dans cette vaste dépression que se sont formés les lagunes et leurs produits saumâtres et ligniteux.

» Le pays de Bray y constituait une île. La mer s'était retirée vers le nord, abandonnant non seulement les environs de Londres, mais la Belgique entière, car les couches saumâtres à *Cyrena cuneiformis* découvertes à Ostende prouvent que les lagunes s'étendaient encore plus au nord.

» Quant au Boulonnais, uni à la région crayeuse des Wealds, il s'est trouvé tantôt formant une île comme le pays de Bray, tantôt, par suite de la mise à sec du détroit de Douai, constituant un promontoire entouré à l'ouest par les lagunes; dans ce cas, celles-ci ne pouvaient communiquer que de ce côté avec la grande dépression septentrionale de la mer du Nord.

» Un mouvement d'oscillation inverse du précédent a ramené les choses dans l'état où elles étaient lors du golfe de Bracheux; une nouvelle faune marine, celle des sables de Cuise, est venue habiter la dépression parisienne.

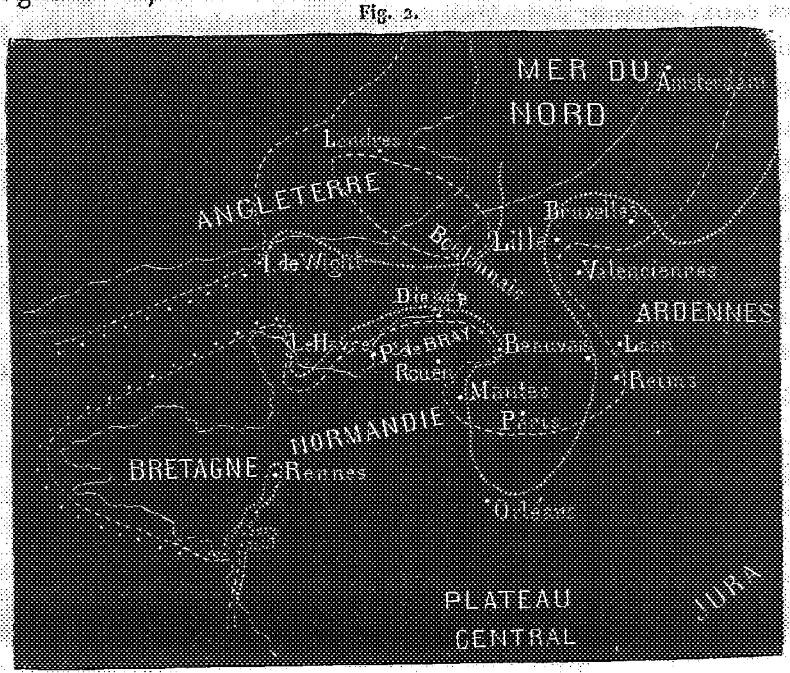
» Ainsi, pendant la première phase de la période tertiaire, celle de l'éocène inférieur, une partie de l'emplacement actuel de la Manche a été couverte par la mer du Nord, qui communiquait avec le bassin de Paris par les plaines de l'Artois. Dès lors, on s'explique aisément comment cette même mer a pu s'avancer jusqu'à Valognes à l'époque précédente (danienne) et aussi à l'époque suivante, celle de l'éocène moyen, comme je l'ai admis depuis longtemps pour expliquer la présence dans le petit bassin de Carentan de dépôts qui ont la plus grande analogie avec notre calcaire grossier.

» Mais il existe au sud de la Bretagne, dans le département de la Loire-Inférieure, des couches marines qui viennent d'être étudiées avec beaucoup de soin et de sagacité par M. Vasseur. D'après les résultats de cette étude que j'ai eu récemment l'honneur de présenter à l'Académie, ces dépôts appartiennent à l'époque du calcaire grossier supérieur. Ils offrent, avec ceux de la même époque que l'on trouve dans le Cotentin, une parfaite identité. De part et d'autre la faune est la même, et c'est une faune très remarquable par le nombre et la beauté des formes spécifiques. L'identité est même plus grande qu'avec le calcaire grossier du bassin de Paris.

» Il est impossible de ne pas admettre avec M. Vasseur une commu-

nication directe de la mer entre le Cotentin et la Loire-Inférieure. On démontre facilement que cette communication ne pouvait, en raison du relief du sol, avoir lieu à travers la Bretagne, de Valognes à Rennes. La mer devait nécessairement contourner la Bretagne, comme l'indique la *fig*. 2 (ligne- ----).

Fig. 2.



------- Mer du calcaire grossier inférieur.
.... Mer des sables de Fontainebleau.
.... Prolongement hypothétique du canal à l'époque des sables de Fontainebleau.

» On a ici la preuve que le canal de la Manche était, sauf le détroit de Calais, complètement ouvert à l'époque de l'éocène moyen, et, par conséquent, c'est une présomption pour que cette ouverture ait pu exister à l'époque de la craie supérieure.

» La *fig*. 2 montre l'étendue couverte, dans l'Europe septentrionale, par la mer du calcaire grossier inférieur; mais rien ne prouve que le bassin de Paris communiquât avec la mer du Nord pendant la formation du calcaire grossier supérieur, le calcaire à cérites d'Alex. Brongniart. Aucun dépôt correspondant à cette époque n'a été signalé sur le pourtour de la mer du Nord, ni sur les côtes orientales de l'Angleterre, ni en Belgique, ni dans l'Allemagne septentrionale, où l'éocène manque en entier. Il est extrêmement probable que le bassin de Paris était alors limité au nord par la

saillie connue sous le nom d'*axe de l'Artois*, laquelle, se continuant en Angleterre vers le comté de Wilts, séparait le bassin de Londres de celui du Hampshire et fermait également de ce côté toute communication avec le nord.

» C'est donc de l'Atlantique que dépendait à ce moment le golfe parisien, dont les eaux, souvent saumâtres, ont été quelquefois remplacées par des eaux douces, surtout dans les parties méridionale et orientale de la dépression.

» Ces conditions expliquent pourquoi la faune du calcaire grossier supérieur de Paris est assez pauvre et pourquoi l'on n'y trouve que bien rarement des espèces marines de taille un peu forte.

» Les recherches de M. Vasseur, exécutées dans un petit bassin du littoral de l'Atlantique, nous font connaître un grand nombre de formes franchement marines associées aux espèces saumâtres du bassin de Paris. Elles nous permettent d'avoir une idée exacte de la faune marine de cette époque. »

M. Daubrée, en présentant une Étude intitulée : *Descartes, l'un des créateurs de la Cosmologie et de la Géologie*, en fait le résumé suivant :

« L'influence extraordinaire que Descartes a exercée sur les progrès de l'esprit humain a été bien souvent appréciée. Chacun sait combien, en particulier, les Mathématiques et la Physique lui sont redevables. Cependant, il ne paraît pas que l'on ait, jusqu'à présent, rendu un assez complet hommage à ce puissant génie, et qu'on ait reconnu en lui un des créateurs de la Cosmologie et de la Géologie.

» Dans une synthèse des plus hardies, et dont l'esprit humain n'avait pas encore offert d'exemple, Descartes, continuant à transporter la Mathématique dans des régions entièrement nouvelles, osait, le premier, considérer tous les phénomènes célestes comme de simples déductions des lois de la Mécanique.

» Affirmer l'idée mère de la belle théorie cosmogonique par laquelle Laplace a couronné le magnifique édifice dont Copernic, Kepler et Newton avaient élevé les assises; proclamer l'unité de composition de l'univers physique : telles sont, entre autres, les propositions fondamentales qu'avait suggérées à Descartes une intuition merveilleuse qui n'appartient qu'au génie.

« Je montre, dit-il, comment la plus grande partie de ce chaos devait, ensuite de ces lois,

se disposer et s'arranger d'une certaine façon qui le rendait semblable à nos cieux, comment quelques-unes de ses parties devaient composer une terre et quelques-unes des comètes, et quelques autres un Soleil et des étoiles fixes (¹). »

» Pour comprendre combien était neuve et capitale l'introduction dans la philosophie naturelle de cette grande idée, qui faisait dériver tous les mouvements des corps célestes des principes de la Mécanique, il faut se rappeler qu'on parlait encore de *force animale*, d'*appétit naturel* (Copernic) ou d'*âme* (Kepler), qu'on supposait gouverner tous ces mouvements.

» Ainsi que le dit Laplace, Descartes substitua aux qualités occultes des péripatéticiens les idées intelligibles de mouvement, d'impulsion et de force centrifuge.

» Descartes dit ailleurs :

« Il n'est pas malaisé d'inférer de tout ceci que la Terre et les cieux sont faits d'une même matière (²). »

» D'une part, l'analyse spectrale est parvenue à surprendre dans le Soleil et jusque dans les étoiles les indices d'éléments matériels semblables à ceux qui abondent dans notre planète. D'autre part, une ressemblance bien plus intime encore qu'on n'aurait osé le croire trouve sa démonstration tangible dans ces nombreux débris errants qui, venant échouer sur notre planète, nous apportent des échantillons des astres dont ils sont détachés. Non seulement les météorites n'ont fourni aux investigations les plus approfondies aucun corps simple qui nous soit étranger, mais aussi, parmi les combinaisons minérales qui constituent ces débris célestes, la plupart sont absolument les mêmes, dans leur forme cristalline comme dans leur nature chimique, que celles qui appartiennent à certaines masses terrestres. Lorsqu'elles en diffèrent, il est facile, par une opération chimique des plus simples, de les réduire à l'identité.

» De tels rapports achèvent de nous prouver que les astres lointains dont ces fragments nous fournissent le témoignage ont passé par les mêmes évolutions que celles qu'a subies notre planète, et que nous entrevoyons déjà dans le Soleil et dans les étoiles. Ainsi l'histoire de notre Terre s'agrandit dans la profondeur de l'espace comme dans celle du temps, et elle devient un exemplaire abrégé de l'histoire de l'univers.

» Aujourd'hui donc que resplendit plus clairement que jamais l'unité

(¹) *Discours sur la méthode*, Vᵉ Partie.

(²) *Les principes de la Philosophie*, écrits en latin par René Descartes et traduits en français par un de ses amis, IIᵉ Partie, § 22, p. 72, édition de 1668. — C'est en 1644 que cet Ouvrage parut d'abord en langue latine.

qui règne dans la constitution matérielle du monde, combien ne devons-nous pas rendre hommage au grand homme qui parmi nous, il y a plus de deux siècles, a ouvert un tel horizon !

» Descartes reconnut aussi que la chaleur a rempli un rôle capital dans la formation du globe terrestre. Il considéra la Terre, ainsi que les autres corps opaques connus sous le nom de *planètes*, comme des astres refroidis à leur surface et enveloppés d'une croûte solide.

« Feignons, dit-il, que cette Terre où nous sommes a été autrefois un astre..., en sorte qu'elle ne différait en rien du Soleil, sinon qu'elle était plus petite, mais que les moins subtiles parties de sa matière, s'attachant peu à peu les unes aux autres, se sont assemblées sur sa superficie et y ont composé des nuages ou autres corps plus épais et obscurs, semblables aux taches qu'on voit continuellement être produites, et peu après dispersées, sur la superficie du Soleil (¹). »

» Si l'on se reporte à l'époque de Descartes, lors même qu'on se place en présence d'idées que faisaient entrevoir les immortelles découvertes de Copernic, de Kepler et de Galilée, il faut reconnaître que c'était une innovation bien hardie que d'assimiler les astres obscurs, tels que la Terre, aux astres lumineux, tels que le Soleil.

» Poursuivant avec méthode et rigueur la pensée qui l'avait guidé dans sa conception de l'univers, ainsi que dans celle de l'origine de notre planète, Descartes voulut aussi considérer, au point de vue de la Mécanique, l'histoire du globe terrestre, ainsi que l'arrangement et les déplacements de ses différentes parties. Il rattacha les dislocations que présente de toutes parts la *voûte terrestre* au refroidissement et à la contraction de la masse qui la supporte.

» On ne peut exprimer plus clairement qu'il n'a fait que l'émersion des continents et la formation de leurs inégalités sont le résultat d'un déplacement relatif des voussoirs de la croûte terrestre (²).

» Une telle vue s'était présentée à l'esprit de Descartes, quoique l'étude du sol n'eût pu encore lui fournir aucune base d'induction.

» Cependant la belle conception du philosophe français sur l'origine des aspérités du globe, malgré l'appui que Sténon lui avait prêté, fut pendant longtemps méconnue, cédant la place à des hypothèses auxquelles on n'accorde plus aujourd'hui aucun fondement, et ce n'est qu'à la suite de vives

(¹) *Les principes de la Philosophie*, édition française de 1668, IVe Partie, § 2, p. 286.

(²) Édition française de 1668, IVe Partie, § 42, p. 322 et 323. — Une figure représente très nettement la pensée de Descartes.

et longues luttes que la Géologie a été ramenée à l'idée si féconde de Descartes.

» C'est par le feu central, reste de la chaleur initiale, que Descartes explique l'arrivée des métaux dans les filons, sous forme d'*exhalaisons*. Son assertion que les filons ont été remplis par des *émanations partant de la profondeur*, complètement adoptée par Sténon, fut confirmée un siècle plus tard par Hutton. D'innombrables observations ont établi ultérieurement que les filons métallifères ont, en effet, des relations intimes avec les régions internes et avec les dislocations du sol. On arrive à reconnaître que, pour la plupart, il est vrai, ils ont dû être remplis par des substances pierreuses ou métalliques, tenues en dissolution dans les eaux thermales, dont ces dernières ont incrusté leurs canaux d'ascension. Ce mécanisme rentre complètement, comme on le voit, dans la formule de Descartes.

» Comme si ce n'était pas assez de tant d'autres titres qui le recommandent aux siècles futurs, et malgré des erreurs qui sont de son temps et de l'humanité, Descartes nous apparaît donc, en résumé, comme un initiateur de ces sciences que nous nommons aujourd'hui *Cosmologie* et *Géologie*.

» Dans nos jours d'activité fiévreuse, où chacun poursuit ses recherches sans s'inquiéter toujours de ceux qui lui ont préparé les voies, il m'a paru équitable et opportun d'exercer une sorte de revendication publique, en signalant à la reconnaissance de tous ces idées sublimes de l'homme qui, à l'éternel honneur de la France, sut pénétrer d'un même regard le monde de la matière et celui de l'esprit. »

M. Th. du Moncel, en présentant à l'Académie la troisième édition de son Ouvrage sur le téléphone, le microphone et le phonographe, s'exprime de la manière suivante :

« Depuis le mois de décembre 1878, époque à laquelle a paru la deuxième édition de cet Ouvrage, bien des expériences intéressantes ont été entreprises avec le téléphone et ont conduit à des résultats très inattendus : ainsi, on est parvenu à former des téléphones avec un simple fil de fer traversé par un courant; on a pu faire parler des portes et des tables; la transmission de la parole a pu se faire à haute voix, sous l'influence d'actions chimiques encore inexpliquées, et des compagnies se sont formées dans divers pays pour permettre l'échange des idées entre les divers habitants

d'une ville. Ces installations, très nombreuses en Amérique, commencent à s'organiser en Europe, et à Paris il existe aujourd'hui deux compagnies pour ce genre de service, qui ont déjà un nombre assez grand d'abonnés. Le téléphone, on le voit, n'est pas resté un simple instrument de curiosité, comme on l'avait cru un instant; il constitue une des inventions les plus importantes de notre siècle, et ses applications se multiplient chaque jour.

» Dans ma nouvelle édition, qui a été considérablement augmentée, j'entre dans de longs détails sur toutes ces applications et sur tous les perfectionnements qu'on a cherché à apporter à l'instrument primitif de Bell : c'est ainsi que je décris les appareils de Gower, de Blake, de Crossley, d'Ader, de Boudet de Pâris, de Bourseul, de Champvallier, de P. Bert et d'Arsonval, d'Edison, de Dolbear, etc., les expériences curieuses de MM. Coulon, Righi, Trève sur le condensateur chantant, celles de MM. Watson et Ader sur les transmissions téléphoniques à circuits ouverts, celles plus curieuses encore de M. Crépaux sur la réception des sons à travers les murailles sans récepteur téléphonique, celles de M. Hughes avec son audiomètre et sa balance d'induction, etc., etc. La question n'est, du reste, qu'à son début, et bien d'autres découvertes viendront encore d'ici à peu de temps nous surprendre, et je suis heureux que l'intérêt public qui s'y attache me permette de renouveler à des époques assez rapprochées les diverses éditions de mon Ouvrage. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de feu M. *Favre*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 43,

M. Chancel obtient. . . .	41	suffrages.
M. Houzeau »	1	»
M. Reboul »	1	»

M. **Chancel**, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorèmes sur la décomposition des polynômes.* Mémoire de M. D. Carrère. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bonnet, Puiseux, Bouquet.)

« Ce Mémoire comprend deux Parties :

» Dans la première Partie, je démontre un théorème qui permet de déduire immédiatement, des restes obtenus en cherchant le plus grand commun diviseur d'un polynôme et de sa dérivée, les restes mentionnés dans le théorème de Sturm.

» Dans la seconde Partie, je me propose principalement de montrer que, en modifiant le procédé suivi actuellement pour décomposer un polynôme qui a des racines égales en polynômes n'ayant que des racines simples, on peut obtenir les nombres respectifs de racines réelles de tous les polynômes composants, à l'exception d'un, sans effectuer aucune opération sur ces polynômes et même avant de les connaître. »

VITICULTURE. — *Résultat des traitements effectués sur les vignes atteintes par le Phylloxera.* Note de M. P. Boiteau.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Par cette Note, je me propose de faire connaître à l'Académie le résultat des traitements effectués sur nos vignes et leur état de végétation.

» Les viticulteurs, dans les premières années du mal, ne peuvent pas croire à la ruine qui les menace et ne font aucun effort pour faire disparaître le minuscule puceron qui, après deux ou trois années de présence, anéantit leurs plus belles espérances. Ce n'est que lorsque les vignes sont tombées dans un état de décrépitude avancé qu'ils jugent du désastre et qu'ils cherchent à disputer le peu qui leur reste. Souvent toutes les peines et toutes les dépenses sont perdues : le mal est sans remède. Il existe des cas où, cependant, le moribond se relève presque toujours et où l'on ne travaille pas en pure perte : c'est lorsqu'on a affaire à de jeunes vignes, qui sont toujours capables de reconstituer leur système radiculaire,

si délabré qu'il soit. Pour les vieilles vignes, il ne faut pas chercher à les restaurer si le mal est trop avancé : ce serait perdre son temps et son argent. Dans ce cas, il vaut mieux les arracher et opérer de nouvelles plantations, que l'on soignera dès leur jeune âge.

» Nous tenons également à prémunir les viticulteurs contre la végétation relativement belle de cette année. Il est certain qu'en général la pousse se fait bien et que les vignes ont de beaux pampres et beaucoup de fruits. Il ne faudrait pas croire, pour cela, que le Phylloxera a abandonné la partie et qu'il n'y a plus qu'à se croiser les bras et à laisser agir la nature. C'est le moment d'être plus attentif que jamais et de chercher à profiter de cette accalmie pour engager une lutte qui tournera à l'avantage de ceux qui voudront se défendre.

» Si la végétation se fait mieux cette année que les années précédentes, cela tient à plusieurs causes, que nous allons énumérer.

» Il est certain que le Phylloxera est en décroissance dans les contrées fortement atteintes. Le peu de racines saines qui restent, surtout la petite quantité de radicelles, nuit énormément à la prolifération de l'insecte et à la formation des nymphes, et par suite aux sexués. Le levain est cependant toujours assez puissant pour que la multiplication recommence sa marche ordinaire, dès que les conditions se modifieront.

» L'année 1879 a été très pluvieuse, surtout pendant la période estivale, ce qui a nui d'un côté aux migrations du Phylloxera et à sa multiplication et de l'autre a favorisé la végétation de la plante et la formation de nouvelles racines qui sont restées assez saines. L'hiver dernier a été très froid et très sec, ce qui a ameubli le sol et préparé une bonne végétation pour cette année. La végétation relativement froide de cette année a forcé le développement des pampres et la sortie de nombreuses radicelles qui n'ont pas encore été atteintes par le Phylloxera.

» Toutes ces circonstances étant favorables au végétal et nuisibles ou indifférentes à l'insecte, il n'est pas étonnant que la première période de la végétation se passe dans de très bonnes conditions et que la vigne en profite pour réparer le mal qui lui avait été causé. Seulement cet état ne durera pas longtemps et, dès que les migrations des insectes deviendront assez intenses pour paralyser la force végétative, cette amélioration perdra bien vite ce qu'elle avait pu gagner par suite de circonstances atmosphériques particulières.

» Les viticulteurs ne doivent pas se fier à cette amélioration factice et ils doivent agir immédiatement, pour profiter de ce répit, en maintenant par

la culture et par les engrais cette exubérance de sève, de manière à arriver à l'hiver prochain dans de bonnes conditions pour que le traitement d'alors produise tout son effet.

» Les vignes que nous avons traitées depuis trois ans sont dans un état de végétation qui ne laisse rien à désirer. Les accidents, survenus par suite des traitements intempestifs des deux premières années, sont presque effacés, et l'on se figurerait difficilement l'état dans lequel se trouvaient ces vignes il y a deux ou trois ans.

» Il y a cependant une limite d'âge qu'il ne faut pas dépasser si l'on veut restaurer utilement un vignoble. Les vignes au-dessous de quinze ou vingt ans se reconstituent d'une manière remarquable, quel que soit leur état de maladie; mais il n'en est pas de même de celles qui sont trop âgées et qui ne peuvent pas refaire leur système radiculaire. Pour ces dernières, il est préférable de les arracher et de leur substituer de jeunes plantations.

» Dans les contrées relativement humides, il est démontré que, si l'on prend une vigne tout à fait au début du mal, il est possible de la maintenir en bon état de santé, en lui appliquant un seul traitement cultural tous les deux ans. Pour les vignes très malades, il faut persévérer pendant trois années dans les traitements consécutifs; ce n'est qu'après cette période qu'on peut les alterner.

Tous les viticulteurs et tous les syndicats qui ont opéré d'après mes dernières indications n'ont eu qu'à se louer des résultats: il n'y a pas eu un seul accident d'arrêt dans la végétation. La mortification des racines dans le rayon d'action et à la profondeur que j'ai déterminés l'année dernière s'est fait observer encore cette année; seulement ces accidents ont été moins fréquents et moins prononcés, à cause de la sécheresse de l'hiver dernier. Il faut toujours se tenir en garde contre ces accidents inévitables et chercher à les rendre le moins offensifs possible.

» Malgré nos observations et nos indications, quelques personnes ont voulu opérer à leur guise ou d'après des procédés que nous avions condamnés; mal leur en a pris, car nous avons constaté, ces jours derniers, des mortifications, ou un arrêt de végétation qui équivaut presque à la mort, par l'application de quatre injections autour des ceps et à des distances de $0^{m},20$, $0^{m},25$ ou $0^{m},30$, avec des doses de 8^{gr} par injection, soit 32^{gr} par cep. Ces faits se sont renouvelés toutes les fois qu'on a entouré les pieds de vigne d'une ceinture de trous, soit par un traitement simple, soit par des traitements réitérés. Nous engageons les viticulteurs et les directeurs de travaux à se départir de ces procédés et à ne plus employer que

la méthode à lignes parallèles, avec les doses de 20^{gr} par mètre carré appliquées à deux ou trois trous. Nous avons des centaines d'hectares traités dans ces conditions où pas un seul accident n'a été signalé.

» Je connais un grand vignoble du Médoc où, après avoir employé pendant l'hiver le sulfure de carbone en nature, on applique en ce moment le sulfocarbonate de potassium, à la dose de 50^{gr} par mètre carré avec 30^{lit} d'eau. Dans les deux cas, les résultats sont remarquables et nul accident n'a été constaté.

» La défense devient générale, les syndicats se multiplient, et si, pendant la saison dernière, le sulfure de carbone n'avait pas manqué, il se serait traité une surface double de celle qui l'a été. La campagne prochaine se présente avec un entrain général et les viticulteurs ne réclament plus que du sulfure de carbone pour sauver leurs vignobles. Tout ce que je désire, c'est que beaucoup ne soient pas déçus dans leurs espérances par suite de la rareté de la marchandise.

» Il est un fait que peuvent constater les pessimistes et les détracteurs de tous les traitements : c'est que les vignes traitées depuis deux ou trois ans ont les pampres de toute beauté, comme grosseur et comme couleur, et que les fruits sont des plus abondants. Il me semble même, seulement je ne le donne pas comme absolu, que la végétation des vignes traitées est plus luxuriante que celle qu'elles possédaient avant d'être atteintes par l'insecte. Si, par cas, le sulfure de carbone produisait, par le soufre qu'il contient, un effet stimulant ou amenait une assimilation plus complète de quelque agent de la végétation, on pourrait être dédommagé des dépenses que l'on est obligé de faire pour vaincre le Phylloxera.

» Des analyses sont en cours d'exécution afin de nous fixer sur ce qu'il pourrait y avoir de fondé dans cette manière de voir. Dans tous les cas, le sulfure de carbone ne stérilise ni le sol ni la vigne. »

M. E. d'Arras adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. Béchamp soumet au jugement de l'Académie un Mémoire comprenant le résumé de ses recherches sur les matières albuminoïdes.

(Commissaires : MM. Dumas, Milne Edwards, Peligot, Fremy, Cahours.)

Un Anonyme adresse un Mémoire pour le concours du grand prix des

Sciences mathématiques; le nom de l'auteur est renfermé dans un pli cacheté portant pour devise « Non inultus premor ».

(Renvoi au Concours.)

M. Huet adresse, pour le grand prix des Sciences physiques, un Mémoire intitulé « Nouvelles recherches sur les Crustacés isopodes ».

(Renvoi au Concours.)

M. Gélineau adresse à l'Académie un Mémoire portant pour titre « De la narcolepsie ».

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

M. Ch. Morot adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Bouley, un Mémoire intitulé « De l'origine des pelotes stomacales des lièvres et des lapins ».

(Commissaires : MM. Bouley, Vulpian, Marey.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie une Lettre du Consul de France à Charleston dans laquelle se trouve signalée la découverte du zircon aux environs d'Asheville, dans les montagnes de la Caroline du Sud.

M. Dubrunfaut adresse deux cent dix pièces qui ont appartenu aux archives de l'Académie.

L'Académie renouvelle ses remercîments à M. Dubrunfaut.

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Nouvelle génération de la surface de l'onde et constructions diverses.* Note de M. A. Mannheim.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les généralisations que j'ai annoncées dans ma dernière Communication [1] et quelques constructions nouvelles.

---

[1] Voir séance du 26 avril 1880.

» *Les arêtes des dièdres droits, dont les faces sont respectivement tangentes à deux ellipsoïdes homofocaux donnés, forment un complexe du deuxième ordre.*

» *L'arête d'un de ces dièdres occupe une position limite, lorsqu'en menant aux ellipsoïdes les normales* A, B, *dont les pieds sont les points de contact a, b des faces* (A), (B) *de ce dièdre, on obtient des droites qui se rencontrent.*

» *Dans leurs positions limites les arêtes de ces dièdres sont tangentes à une même surface de l'onde* [*c*].

» *Le point de contact c d'une droite limite* G *et de* [*c*] *est le point de rencontre de* G *et du plan* (A, B).

» De là résulte cette nouvelle génération de la surface de l'onde.

» *Si un angle droit acb, dont les côtés sont respectivement tangents à deux ellipsoïdes homofocaux donnés, est tel que son plan est normal à ces deux surfaces en chacun des points de contact a, b de ses côtés, son sommet appartient à une surface de l'onde.*

» *Quel que soit le déplacement du plan mobile acb, son foyer est au point de rencontre f des normales* A, B; *la droite cf est la normale à la surface de l'onde* [*c*].

» Autrement : *La normale à la surface de l'onde* [*c*] *est la droite qui joint le sommet c de l'angle droit au milieu de la droite ab.*

» *Le plan de l'angle droit acb est tangent au sommet c à un hyperboloïde homofocal aux ellipsoïdes donnés.*

» *Si deux cônes de même sommet, circonscrits aux ellipsoïdes, sont tels que dans l'un de leurs plans principaux communs les génératrices de l'un des cônes sont respectivement perpendiculaires aux génératrices de l'autre, leur sommet appartient à la surface de l'onde* [*c*].

» Parmi ces cônes, ceux qui sont de révolution ont leurs sommets aux points coniques de la surface de l'onde [*c*].

» *On projette orthogonalement l'un des ellipsoïdes sur le plan tangent en un point m de l'autre et l'on mène de ce point des normales à la ligne de contour apparent ainsi obtenue : les pieds de ces normales appartiennent à la surface de l'onde* [*c*].

» Les droites telles que G forment une congruence dont la focale se compose de deux nappes : l'une est [*c*] et l'autre une certaine surface [*e*].

» Proposons-nous de *construire le point e où* G *touche* [*e*] *et la normale* E *en ce point à cette surface.*

» La droite G est la projection du diamètre *oc* de [*c*] sur le plan (T), tangent en *c* à cette surface, ou encore, la droite G est l'arête du dièdre droit, dont les faces sont (T) et le plan diamétral (*o*, G).

» Fixons à ce dièdre le plan qui coïncide avec (A, B), c'est-à-dire mené par c perpendiculairement à G. Nous avons alors un trièdre trirectangle dont les arêtes sont : G, la normale C en c à la surface de l'onde, et une droite menée de c perpendiculairement à ces deux droites.

» Si nous déplaçons d'abord ce trièdre de telle façon seulement que (T) reste tangent à $[c]$ et que C soit toujours normale à cette surface, tous les déplacements de cette figure de forme invariable peuvent s'obtenir au moyen d'une infinité de couples d'axes de rotation. Ces axes sont, comme l'on sait [1], des droites menées, à partir des centres de courbure principaux situés sur C, dans les plans des sections principales de $[c]$.

» Mais puisque la face (o, G) du trièdre mobile doit toujours contenir le centre o, les axes D, Δ, au moyen desquels on peut obtenir tous les déplacements du trièdre, sont alors déterminés : ils doivent rencontrer la perpendiculaire élevée de o au plan (o, G). On a donc cette construction :

» *Du point o on élève une perpendiculaire au plan* (o, G); *cette droite rencontre en α, β les plans des sections principales de* $[c]$ *pour le point c; on joint respectivement α, β aux centres de courbure γ_1, γ_2; les droites $\alpha\gamma_1$, $\beta\gamma_2$ sont les axes* D, Δ *cherchés.*

» Ces axes permettent de répondre immédiatement à la question posée :

» *Les perpendiculaires à* G, *qui rencontrent* D, Δ, *sont les normales* C, E *aux nappes de la focale, et les pieds e, c de ces perpendiculaires sont les points de contact de* G *avec cette focale.*

» Considérons le paraboloïde hyperbolique dont les directrices sont D, Δ et dont (A, B) est le plan directeur. Les points c, e sont les points de rencontre de G et de ce paraboloïde. Pour avoir e, coupons ce paraboloïde par le plan (o, G) : la section se compose de C et d'une droite qui contient e. Mais cette droite passe par o et elle doit être dans un plan parallèle à D, Δ; donc, *le plan mené par o parallèlement à* D, Δ *coupe* G *au point cherché e.*

» Ce plan rencontre C en un point i, qui appartient à la droite eo. On a

$$\frac{\gamma_1 i}{i\gamma_2} = \frac{\alpha o}{o\beta}.$$

» Conséquemment, *le point i partage $\gamma_1\gamma_2$ en segments proportionnels aux tangentes des angles que le plan* (o, G) *fait avec les plans des sections principales de* $[c]$.

---

[1] Voir *Cours de Géométrie descriptive de l'École Polytechnique, comprenant les Éléments de la Géométrie cinématique*, p. 275.

» D'après cela, il est facile de construire i, et par suite d'obtenir e, au moyen de la droite *ioe*.

» Il en résulte aussi que *le point i est le centre de courbure, correspondant à c, de la courbe de contour apparent de* [*c*] *projetée orthogonalement sur* (A, B).

» Au moyen de la construction de Mac-Cullagh, on peut faire dériver [c] d'un certain ellipsoïde (L).

» Le point c de [c] correspond à un point l de (L).

» On peut construire, pour ce point l, une droite G′ analogue à G; les droites G′ forment une congruence dont la focale se compose de (L) et d'une autre surface. Sur G′, on peut déterminer, comme nous venons de le voir, le point e' où cette droite touche cette dernière surface.

» En vertu d'un théorème que j'ai démontré ([1]), *les points o, e, e′ sont en ligne droite.*

» Il résulte de là qu'on peut trouver e, au moyen des éléments de courbure de (L), sans avoir besoin de connaître les éléments de courbure de [c].

» Les droites D, Δ permettent aussi de construire le point où la face du trièdre, qui coïncide avec (A, B), touche la surface à laquelle elle reste tangente; il suffit pour cela de *prendre sur cette face le pied de la droite qui lui est perpendiculaire et qui rencontre* D, Δ.

» On a ainsi le point où le plan de l'angle droit *acb*, qui entre dans la nouvelle génération de la surface de l'onde, touche la surface à laquelle il reste tangent. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes cubiques ternaires.* Mémoire de M. **H. Poincaré**, présenté par M. Hermite. (Extrait par l'auteur.)

« Le but de ce Mémoire est d'appliquer à l'étude arithmétique des formes cubiques ternaires la méthode ingénieuse qui a conduit M. Hermite à des résultats si remarquables en ce qui concerne les formes décomposables en facteurs linéaires et les formes quadratiques. Mais, avant d'aborder ce problème, j'ai dû résoudre diverses questions purement algébriques, relatives aux formes cubiques ternaires.

» Je classe d'abord les transformations linéaires en quatre catégories.

([1]) Voir *Comptes rendus*, séance du 16 juin 1879.

A l'égard de la substitution linéaire

$$(1)\qquad \begin{cases} x_1 = \alpha_1\xi_1 + \beta_1\xi_2 + \gamma_1\xi_3, \\ x_2 = \alpha_2\xi_1 + \beta_2\xi_2 + \gamma_2\xi_3, \\ x_3 = \alpha_3\xi_1 + \beta_3\xi_2 + \gamma_3\xi_3, \end{cases}$$

j'envisage l'équation en S

$$(2)\qquad \begin{vmatrix} \alpha_1 - S & \beta_1 & \gamma_1 \\ \alpha_2 & \beta_2 - S & \gamma_2 \\ \alpha_3 & \beta_3 & \gamma_3 - S \end{vmatrix} = 0,$$

et je dis que la transformation (1) est de la première catégorie si les racines de cette équation et les puissances entières semblables de ces racines sont toutes distinctes, de la deuxième catégorie si les racines sont distinctes sans que les puissances semblables des racines le soient. Si les racines ne sont pas distinctes, la transformation sera de la troisième catégorie si elle peut être regardée comme une puissance entière d'une transformation de la deuxième catégorie, et de la quatrième catégorie dans le cas contraire.

» Puis je définis les puissances fractionnaires, incommensurables, ou imaginaires d'une substitution donnée.

» Je classe ensuite les formes cubiques ternaires en sept familles, d'après les propriétés de la courbe du troisième ordre que représente en coordonnées trilatères l'équation obtenue en égalant la forme à zéro. La forme sera de la première ou de la deuxième famille si cette courbe n'a pas de point double, de la troisième famille si cette courbe a un point double à tangentes distinctes, de la quatrième famille si elle a un point de rebroussement, de la cinquième famille si elle se réduit à une droite et à une conique qui se coupent, de la sixième famille si elle se réduit à une droite et à une conique qui se touchent, enfin de la septième famille si elle se réduit à trois droites. C'est la septième famille que M. Hermite a étudiée, et je n'ai pas eu à revenir sur ces formes. Je définis dans chaque famille une forme plus simple que les autres et que j'appelle la *canonique* de cette famille.

» Je cherche ensuite, étant donnée une forme cubique ternaire, à trouver le groupe des substitutions linéaires qui la reproduisent, et j'arrive aux résultats suivants :

» 1° Les formes des trois premières familles ne sont reproductibles que

par des transformations de la deuxième catégorie. 2° Les formes de la quatrième et de la cinquième famille sont reproductibles par les puissances d'une même substitution de la première catégorie. 3° Les formes de la sixième famille sont reproductibles par une infinité de transformations dont les coefficients dépendent de deux paramètres arbitraires. 4° Les formes des première, deuxième, troisième et cinquième familles ne peuvent être reproduites que par des substitutions de déterminant 1 ; il n'en est pas de même de celles de la quatrième et de la sixième famille. 5° Les formes qui se reproduisent par une transformation donnée de la première, de la troisième ou de la quatrième catégorie doivent satisfaire à une équation aux différences partielles donnée.

» J'ai cru devoir résoudre le même problème en ce qui concerne les formes cubiques quaternaires, parce qu'il entraîne l'application de principes un peu différents et une discussion délicate, et qu'une fois résolu il permettra d'étendre sans trop de peine les résultats de ce Mémoire aux formes cubiques quaternaires.

» Ayant résolu ce problème algébrique, j'aborde les questions arithmétiques relatives à ces formes. J'appelle d'abord *substitution réduite* toute substitution qui transforme la forme $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$ en une forme quadratique réduite (définie comme le font MM. Korkine et Zolotareff, *Mathematische Annalen*, t. VI). J'appelle *forme réduite* toute forme qui dérive de la canonique par une substitution réduite. En ce qui concerne les formes de la quatrième et de la sixième famille, qui peuvent dériver de leur canonique par des substitutions de déterminant 1 ou de déterminant différent, je distingue les réduites principales qui en dérivent par une substitution de déterminant 1 et les réduites secondaires.

» M. Jordan a démontré (*Comptes rendus*, 5 mai 1879) que, si le discriminant n'est pas nul, il ne peut dériver d'une même canonique qu'un nombre fini de réduites à coefficients entiers. Je donne une démonstration nouvelle de ce théorème, et, l'appliquant aux formes des deux premières familles, je limite les coefficients de ces réduites en fonctions des invariants S et T.

» Le nombre des classes dérivées de chaque canonique est fini dans la première et la deuxième famille (et aussi dans la cinquième famille, toutes les fois que T est négatif ou que 4S n'est pas puissance quatrième parfaite). Au contraire, le nombre des classes dérivées de chaque canonique est infini dans la troisième, la quatrième et la sixième famille (et aussi dans la cinquième famille, toutes les fois que T est positif et 4S puissance quatrième parfaite). Mais alors les classes se répartissent en genres, les réduites d'un

même genre se déduisant aisément l'une de l'autre, et le nombre de ces genres est fini dans la troisième et la cinquième famille, infini dans la quatrième et la sixième.

» J'étudie ensuite la distribution des réduites dans chaque classe. Les classes des trois premières familles contiennent une réduite et une seule en général. Celles de la quatrième famille ne contiennent qu'une réduite principale et un nombre fini de réduites secondaires; celles de la cinquième famille contiennent un nombre fini de réduites principales; enfin celles de la sixième famille contiennent un nombre infini de réduites principales et secondaires.

» Quand une classe contient plusieurs réduites, il peut se faire qu'elles se disposent en une chaîne où chacune d'elles est contiguë à celle qui la précède et à celle qui la suit. Si le nombre des réduites est infini, cette chaîne est indéfinie, et on peut la suivre indéfiniment sans retomber sur la même réduite (c'est ce qui arrive pour les réduites principales de la sixième famille). Si le nombre des réduites est fini, il peut arriver que la chaîne reste indéfinie et que les réduites s'y reproduisent périodiquement, comme dans le cas des formes quadratiques binaires (ce qui arrive pour la cinquième famille, toutes les fois que T est négatif ou que 4S n'est pas puissance quatrième parfaite, et aussi pour certaines classes de cette même famille, quand T est positif et 4S puissance quatrième parfaite). Il peut se faire aussi que la chaîne soit limitée (ce qui arrive pour les réduites secondaires de la quatrième famille et pour les réduites principales de certaines classes de la cinquième famille, quand T est positif et S puissance quatrième parfaite). Enfin, il peut arriver que les réduites, au lieu de former une chaîne, forment un réseau, comme dans le cas des formes quadratiques ternaires indéfinies (ce qui arrive pour les réduites secondaires de la sixième famille). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions irréductibles suivant un module premier*. Note de M. **A.-E. Pellet**.

« La théorie des fonctions cyclotomiques conduit à une méthode pour former directement des fonctions irréductibles de degré λ, lorsque le nombre λ ne renferme que les facteurs premiers du module augmenté de l'unité.

» Soient $f(x) = 0$ l'équation de degré $\varphi(k)$ ayant pour racines les racines primitives de l'équation binôme $x^k - 1 = 0$, et $f_1(y) = 0$ l'équation de

degré $\frac{1}{2}\varphi(k)$ transformée de l'équation $f(x)=0$ en posant $y=x+\frac{1}{x}$. p étant un nombre premier ne divisant pas k, $f(x)$ se décompose suivant le module p en $\frac{\varphi(k)}{\nu}$ facteurs irréductibles de degré ν, plus petit nombre tel que $p^{\nu}-1$ soit divisible par k. Si $f_1(y)\equiv 0 \pmod{p}$ admet une racine entière a, le trinôme $x^2-2ax+1$ divise $f(x)$ suivant le module p. Deux cas peuvent se présenter : 1° $x^2-2ax+1\equiv 0 \pmod{p}$ a ses deux racines réelles; alors les deux congruences $f(x)\equiv 0$, $f_1(y)\equiv 0$ ont toutes leurs racines réelles, et k divise $p-1$; 2° $x^2-2ax+1\equiv 0 \pmod{p}$ est irréductible; alors $f(x)$ se décompose en facteurs du second degré suivant le module p. D'ailleurs, le produit des racines de $x^2-2ax+1\equiv 0$ étant congru à 1, $x^{p+1}-1$ est divisible par x^k-1, ou $p+1$ par k. Les racines de la congruence $f_1(y)\equiv 0 \pmod{p}$ sont toutes réelles. Ces propositions ont été l'objet de Communications antérieures de MM. Sylvester, Pépin, Lucas et Dedekind. Si k ne divise aucun des nombres $p+1$, $p-1$, $f_1(y)$ se décompose suivant le module p en facteurs d'égal degré, puisque les racines de la congruence $f_1(y)\equiv 0$ peuvent toutes s'exprimer rationnellement en fonction de l'une quelconque d'entre elles, et ce degré est supérieur à 1, de sorte que $f_1(y)$ est irréductible $\pmod{p}$ si $\frac{1}{2}\varphi(k)$ est premier, ce qui a lieu pour les valeurs de k égales à 9, 18, à un nombre premier ou au double d'un nombre premier de la forme $2q+1$, q étant lui-même premier, comme 5, 7, 11, 23, 47, 59, ...

» Supposons que k soit un diviseur de $p+1$ autre que 2; si l'on remplace, dans $x^2-2ax+1$, x par x^{λ}, λ étant un nombre impair ne renfermant que les facteurs premiers de k et étant premier avec $\frac{p+1}{k}$, $x^{2\lambda}-2ax^{\lambda}+1$ est irréductible suivant le module p (Serret, *Algèbre supérieure*, nos 355 et suiv.). b étant un nombre non divisible par p, la fonction

$$\frac{(x+b)^{2\lambda}-2a(x^2-b^2)^{\lambda}+(x-b)^{2\lambda}}{2(1-a)}$$

est également irréductible $\pmod{p}$. Elle ne contient que des termes de degré pair en x; en remplaçant x^2 par y, la nouvelle fonction sera, *a fortiori*, irréductible $\pmod{p}$ et de degré λ; si $k=p+1$, on peut prendre pour λ un nombre impair quelconque ne renfermant que des facteurs premiers de $p+1$. k étant un diviseur de $p-1$ autre que 2, et λ étant un nombre impair, premier avec $\frac{p-1}{k}$ et ne renfermant que des facteurs premiers

de k, $\frac{(x+b)^{2\lambda}-2a(x^2-b^2)^\lambda+(x-b)^{2\lambda}}{2(1-a)}$ se décompose suivant le module p en deux facteurs irréductibles de degré λ; en remplaçant dans cette fonction x^2 par y, on obtient une fonction irréductible de degré λ, car autrement la substitution de x^2 à y ne donnerait pas deux facteurs irréductibles de degré λ, puisque λ est impair. Si l'on fait $k=3$, l'un des deux nombres $p+1$, $p-1$ est divisible par 3 pour $p>3$; on peut faire λ égal à 3^n, n étant un nombre entier quelconque si $\frac{p^2-1}{3}$ n'est pas divisible par 3; $-2a$ est alors égal à 1.

» Lorsqu'on a une fonction irréductible (mod. p), de degré ν, j'ai démontré un théorème (*Comptes rendus*, 29 avril 1878) qui permet de former facilement des fonctions irréductibles de degré $\nu.2^i$. En effet, si l'on remplace x par x^2 dans $f(x)$, la fonction nouvelle $f(x^2)$ est irréductible ou se décompose en deux facteurs irréductibles de degré ν suivant le module p. Dans le premier cas, d'après le théorème que je viens de rappeler, le produit Δ des carrés des différences des racines de $f(x^2)\equiv 0$ est non-résidu quadratique (mod. p); dans le second cas, Δ est résidu quadratique. Or $\Delta=(-1)^\nu 2^{2\nu}f(0)\Delta_1^2$, en supposant que le coefficient de x^ν dans $f(x)$ est égal à 1, et Δ_1 représentant le Δ de $f(x)$. Donc la fonction $\frac{1}{a^\nu}f(ax^2+b)$ sera irréductible si $(-1)^\nu\frac{f(b)}{a^\nu}$ est non-résidu quadratique. Cette condition étant satisfaite, la fonction $\frac{1}{a^\nu}f(ax^{2^i}+b)$ sera également irréductible suivant le module p, quel que soit l'entier i, si ν est pair. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarque relative à deux intégrales obtenues par Lamé dans la théorie analytique de la chaleur.* Note de M. ESCARY.

« Nous avons vu (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 646) que la fonction

$$(1)\qquad (c^2-\lambda'^2)^{\frac{l}{2}}\left[\lambda'^{n-l}-\frac{(n-l)(n-l-1)}{2(2n-1)}c^2\lambda'^{n-l-2}+\dots\right]$$

se met sous la forme

$$P_l^{(n)}=\frac{\Gamma(l+1)}{2^{n-l}\Gamma(2l+1)\Gamma(n+1)}(c^2-\lambda'^2)^{\frac{l}{2}}\frac{d^{n+l}(\lambda'^2-c^2)^n}{d\lambda'^{n+l}},$$

le polynôme entre crochets étant, à un facteur constant près, le coefficient

de α^{n-l} dans le développement de

$$(1 - 2\alpha\lambda' + \alpha^2 c^2)^{-\frac{2\ +1}{2}}.$$

Or, si dans le polynôme $P_l^{(n)}$ on remplace, après avoir effectué les dérivations indiquées, λ' par $\sqrt{c^2 - \lambda^2}$, ce polynôme s'écrit

$$\mathfrak{P}_l^{(n)} = \frac{\Gamma(l+1)}{2^{n-l}\Gamma(2l+1)\Gamma(n+1)}\lambda^l \sum_{\mu=0}^{\mu=h}\left[(-1)^\mu \frac{n(n-1)(n-2)\ldots(n-\mu+1)}{1.2.3\ldots\mu}\right.$$
$$\left.\times \frac{d^{n+l}z^{2n-2\mu}}{dz^{n+l}} c^{2\mu}(c^2 - h^2)^{h-\mu}\right]_{z=1},$$

en posant $n - l = 2h$, n et l étant de même parité. Si n et l étaient de parités différentes, on aurait en outre, comme facteur accompagnant λ^l, le radical $\sqrt{c^2 - \lambda^2}$, et h serait égal à $\frac{n-l-1}{2}$.

» Maintenant nous multiplierons le polynôme sous le signe Σ par $(-1)^h$, ou, ce qui est la même chose, nous changerons $c^2 - \lambda^2$ en $\lambda^2 - c^2$. Alors, posant $\lambda^2 - c^2 = x^2$, le polynôme $\mathfrak{P}_l^{(n)}$, égalé à zéro, donne l'équation

$$(x^2 + c^2)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l}(x^2 - c^2)^n}{dx^{n+l}} = 0,$$

qui, rendue rationnelle et décomposée en deux autres, a $2l$ racines imaginaires et égales à ic en valeur absolue, et $n - l$ racines réelles, inégales et comprises entre $-c$ et $+c$. Donc l'équation

$$\mathfrak{P}_l^{(n)} = 0$$

a l racines nulles et qui peuvent être considérées comme étant réelles ou imaginaires, et $n - l$ qui sont réelles, inégales et comprises entre $-c\sqrt{2}$ et $+c\sqrt{2}$.

» Si, dans le polynôme

$$(c^2 + \rho'^2)^{\frac{l}{2}}\left[\rho'^{n-l} + \frac{(n-l)(n-l-1)}{2(2n-1)} c^2 \rho'^{n-l-2} + \ldots\right],$$

on remplace ρ' par $i\rho'$, substitution à laquelle on est conduit par la génération du polynôme entre crochets au moyen du développement de la puissance

$$(1 - 2\alpha i\rho' + \alpha^2 c^2)^{-\frac{2l+1}{2}},$$

il prend une forme identique à celle du polynôme (1) et peut s'écrire, en posant $i\rho' = z$ et prenant l'imaginaire z pour variable indépendante,

$$R_l^{(n)} = \frac{\Gamma(l+1)}{2^{n-l}\Gamma(2l+1)\Gamma(n+1)}(c^2 - z^2)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l}(z^2-c^2)^n}{dz^{n+l}}.$$

Remplaçant dans ce dernier polynôme z par $\sqrt{c^2-\rho^2}$, ce qui suppose $\rho^2 - \rho'^2 = c^2$, on obtient

$$(2)\quad \left\{ \begin{aligned} \mathfrak{R}_l^{(n)} = \frac{\Gamma(l+1)}{2^{n-l}\Gamma(2l+1)\Gamma(n+1)}\rho^l \sum_{\mu=0}^{\mu=h} \Bigg[(-1)^\mu \frac{n(n-1)(n-2)\ldots(n-\mu+1)}{1.2.3\ldots\mu} \\ \times \frac{d^{n+l}z^{2n-2\mu}}{dz^{n+l}} c^{2\mu}(c^2-\rho^2)^{h-\mu} \Bigg]_{z=1}, \end{aligned} \right.$$

fonction qui est de même forme que $\mathfrak{P}_l^{(n)}$. Donc l'équation $R_l^{(n)} = 0$ présente, à l'égard de ses racines, les mêmes circonstances que l'équation $\mathfrak{P}_l^{(n)} = 0$. Elle a, par conséquent, l racines nulles et $n-l$ qui sont réelles, inégales et comprises entre $-c\sqrt{2}$ et $+c\sqrt{2}$.

» La relation entre trois fonctions consécutives à laquelle satisfont les polynômes $P_l^{(n)}$, savoir

$$(n-l)P_l^{(n)} - (2n-1)\lambda' P_l^{(n-1)} + (n+l-1)c^2 P_l^{(n-2)} = 0,$$

devient, par le changement de λ' en $\sqrt{c^2-\lambda^2}$,

$$(3)\quad (n-l)\mathfrak{P}_l^{(n)} - (2n-1)\sqrt{c^2-\lambda^2}\,\mathfrak{P}_l^{(n-1)} + (n+l-1)c^2\mathfrak{P}_l^{(n-2)} = 0.$$

A l'aide du théorème

$$\int_{-c\sqrt{2}}^{+c\sqrt{2}} \mathfrak{P}_l^{(n)} \mathfrak{P}_l^{(\nu)} d\lambda = 0,$$

qui a lieu pour ν différent de n, et qu'on obtient aisément au moyen de l'intégration par parties, on trouve, en se servant de la relation (2),

$$\int_{-c\sqrt{2}}^{+c\sqrt{2}} (\mathfrak{P}_l^{(n)})^2 d\lambda = \frac{2}{2n+1} \frac{(n+l)(n+l-1)(n+l-2)\ldots(2l+1)}{1.2.3\ldots(n-l)} (c\sqrt{2})^{2l+1}.$$

» La fonction $\mathfrak{R}_l^{(n)}$ conduit à des résultats identiques aux précédents et qu'il est inutile de transcrire.

» Enfin, si, dans l'équation relative à l'ellipsoïde ovaire, savoir

$$(\rho'^4 + c^2\rho'^2)\frac{d^2R}{d\rho'^2} + (2\rho'^3 + c^2\rho')\frac{dR}{d\rho'} = (h\rho'^2 + l^2c^2)R,$$

et celles dont on la déduit, on remplace ρ' par $i\rho'$, on obtient

$$(\rho'^4 - c^2\rho'^2)\frac{d^2R}{d\rho'^2} + (2\rho'^3 - c^2\rho')\frac{dR}{d\rho'} = (h\rho'^2 - l^2c^2)R.$$

On voit alors que l'intégrale particulière entière de cette équation, obtenue par Lamé, se met sous la forme (2). En posant $i^2\rho'^2 - c^2 = i^2\rho^2 = u^2$, ce qui suppose $\rho^2 - \rho'^2 = c^2$, l'équation en u en laquelle se transforme l'intégrale particulière précédente égalée à zéro a toutes ses racines imaginaires et comprises entre $-ic$ et $+ic$. Donc l'équation en ρ' aura toutes ses racines comprises entre $-ic\sqrt{2}$ et $+ic\sqrt{2}$.

» En désignant cette intégrale particulière par $\mathfrak{R}_l^{\prime(n)}$, on voit qu'elle satisfait à la relation (3) et qu'elle conduit aux deux intégrales définies suivantes:

$$\int_{-ic\sqrt{2}}^{+ic\sqrt{2}} \mathfrak{R}_l^{\prime(n)}\mathfrak{R}_l^{\prime(\nu)}\,d\rho' = 0$$

et

$$\int_{-ic\sqrt{2}}^{+ic\sqrt{2}} (\mathfrak{R}_l^{\prime(n)})^2\,d\rho' = \frac{2}{2n+i}\,\frac{(n+l)(n+l-1)(n+l-2)\ldots(2l+1)}{1.2.3.4\ldots(n-l)}\,(ic\sqrt{2})^{2l+1}.$$

» L'introduction régulière des imaginaires comme variables indépendantes dans cette analyse de Lamé offre donc, comme on le voit, l'avantage d'apporter de l'unité dans des résultats qui en comportent essentiellement et de supprimer ces distinctions de l'illustre géomètre en polynômes directement identiques et indirectement identiques. On voit de cette manière que les polynômes de Lamé relatifs à la sphère et aux ellipsoïdes de révolution se réduisent à deux types, dont les formes sont celles des fonctions $P_l^{(n)}$ et $\mathfrak{P}_l^{(n)}$. Leurs propriétés analytiques sont d'une extrême simplicité. La forme des résultats précédents pourra peut-être mettre sur la voie pour obtenir sous une forme analogue les polynômes de nature plus élevée dépendant de fonctions doublement périodiques ayant leurs deux périodes finies et se rapportant à l'ellipsoïde à trois axes inégaux. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la partition des nombres.* Note de M. **David**, présentée par M. Resal.

« Le problème qu'on désigne sous ce nom consiste à déterminer tous les nombres entiers et positifs qui satisfont à l'équation

$$p_1 + 2p_2 + 3p_3 + \ldots = n.$$

Il est résolu complètement par le Tableau suivant, où il faut remarquer qu'on a omis, pour abréger, les valeurs nulles des p.

$$p_1 = n,$$

$$\left|\begin{array}{l} p_1 = n - 2 \\ p_2 = 1 \end{array}\right|,$$

$$\left|\begin{array}{l} p_1 = n - 4 \\ p_2 = 2 \end{array}\right| \left|\begin{array}{l} p_1 = n - 3 \\ p_3 = 1 \end{array}\right|,$$

$$\left|\begin{array}{l} p_1 = n - 6 \\ p_2 = 3 \end{array}\right| \left|\begin{array}{l} p_1 = n - 5 \\ p_2 = 1 \\ p_3 = 1 \end{array}\right| \left|\begin{array}{l} p_1 = n - 4 \\ p_4 = 1 \end{array}\right|,$$

$$\left|\begin{array}{l} p_1 = n - 8 \\ p_2 = 4 \end{array}\right| \left|\begin{array}{l} p_1 = n - 7 \\ p_2 = 2 \\ p_3 = 1 \end{array}\right| \left|\begin{array}{l} p_1 = n - 6 \\ p_3 = 2 \end{array}\right| \left|\begin{array}{l} p_1 = n - 6 \\ p_2 = 1 \\ p_4 = 1 \end{array}\right| \left|\begin{array}{l} p_1 = n - 5 \\ p_5 = 1 \end{array}\right|,$$

$$\left|\begin{array}{l} p_1 = n - 10 \\ p_2 = 5 \end{array}\right| \left|\begin{array}{l} p_1 = n - 9 \\ p_2 = 3 \\ p_3 = 1 \end{array}\right| \left|\begin{array}{l} p_1 = n - 8 \\ p_2 = 1 \\ p_3 = 2 \end{array}\right| \left|\begin{array}{l} p_1 = n - 8 \\ p_2 = 2 \\ p_4 = 1 \end{array}\right| \left|\begin{array}{l} p_1 = n - 7 \\ p_3 = 1 \\ p_4 = 1 \end{array}\right| \left|\begin{array}{l} p_1 = n - 7 \\ p_2 = 1 \\ p_5 = 1 \end{array}\right| \left|\begin{array}{l} p_1 = n - 6 \\ p_6 = 1 \end{array}\right|.$$

» La formation de ce Tableau ne demande aucun calcul, et toutes les solutions s'y présentent sans qu'il y ait d'autre peine que celle de les écrire, pourvu qu'on le fasse dans l'ordre déterminé par la loi suivante.

» 1° La loi suivie par les nombres compris dans les groupes de la première colonne verticale est évidente.

» 2° Chaque groupe d'une ligne horizontale, abstraction faite du premier, se forme au moyen d'un groupe de la ligne horizontale précédente, en prenant pour p_1 le même nombre diminué de 1 et ne faisant varier dans les autres valeurs de $p_2, p_3, \ldots$ que les deux dernières si elles sont consécutives, et la dernière s'il en est autrement; si elles sont consécutives, diminuer l'avant-dernière de 1 et augmenter la dernière de 1, puis diminuer la dernière de 1 en introduisant une nouvelle quantité p égale à 1 et d'un indice supérieur à 1, ce qui produit deux solutions nouvelles; si elles ne sont pas consécutives, diminuer la dernière seulement de 1 en introduisant encore une nouvelle quantité p égale à 1 et d'un indice supérieur à 1, ce qui ne produit qu'une solution nouvelle. Il est clair que le Tableau s'arrête de lui-même, et que, lorsque la valeur de p_1 devient nulle, il n'y a plus lieu d'en tirer un groupe dans lequel la loi indiquée donnerait pour p_1 un nombre négatif.

» La démonstration de cette règle exige quelques développements qui sont trop longs pour trouver leur place dans les *Comptes rendus*. »

PHYSIQUE. — *Mesure directe de la résistance intérieure des machines magnéto-électriques en mouvement.* Note de M. G. CABANELLAS, présentée par M. du Moncel.

« Le but de la présente Communication est d'appeler l'attention des expérimentateurs sur un moyen simple qui m'a très bien réussi pour mesurer expérimentalement les résistances intérieures dynamiques dans l'étude des diverses machines électrodynamiques. Soit, par exemple, une machine ordinaire de Gramme à deux balais. Je me proposais de mesurer, entre les deux balais, la résistance de l'anneau en marche; j'ai pensé *a priori* (et la suite le justifie d'ailleurs) que la résistance du fil des électros inducteurs devait se conduire comme une véritable résistance extérieure, indépendante de la résistance dynamique de l'anneau et de ses variables, qui sont fonction de l'allure de l'anneau mobile. La difficulté consistait à s'isoler de toutes les inductions de causes multiples qui développent des forces électromotrices dans le fil de l'anneau, effets tendant à troubler les mesures, au point de rendre impossibles celles prises au pont de Wheatstone par exemple.

» On peut éviter l'induction des électros et des flasques métalliques de la machine, en faisant tourner l'anneau établi soigneusement avec ses balais sur des montants en bois; mais il reste toujours l'induction de l'aimant terrestre, plus ou moins effective, suivant l'orientation du plan de rotation. J'ai fait disparaître la difficulté en opposant l'un à l'autre les effets d'induction terrestre produits sur deux anneaux de Gramme identiques, mobiles dans les mêmes conditions, leurs axes disposés parallèlement à la suite l'un de l'autre. Dans cette donnée, les deux forces électromotrices se détruisaient complètement, et, grâce à ce dispositif exécuté dans les ateliers de la maison Sautter, Lemonnier et Cie, avec son bienveillant concours, j'ai pu, avec l'aide de M. Sacquet, ingénieur électricien de la maison, prendre un certain nombre de mesures de la double résistance de l'anneau en marche. Que l'anneau fût immobile ou tournant, j'en faisais le quatrième côté d'un parallélogramme de Wheatstone, constitué par l'instrument que Siemens appelle le *galvanomètre universel*.

» Il est à remarquer que l'identité des deux anneaux n'est pas indispen-

sable, la compensation pouvant se réaliser par une différence d'allure; on peut même appliquer le procédé à des machines différentes, considérées par groupes de trois et conjuguées dans leurs trois combinaisons deux à deux. Il y aurait lieu, sans doute, de prendre une série complète de ces mesures aux diverses allures : on en conclurait sans peine la loi qui préside aux variations respectives de ces deux éléments (vitesse, résistance intérieure); la seule difficulté serait de pouvoir disposer pendant un certain temps du matériel nécessaire. Pour le moment, je peux toujours donner aujourd'hui le résultat des mesures qui ont pu être prises, sans trop déranger les services industriels de l'usine, avec les machines mises gracieusement à ma disposition. L'anneau était celui de la machine A, à lumière (courants de même sens aux balais), type d'atelier.

» La résistance de l'anneau en mouvement, par rapport à la résistance de l'anneau immobile, pour une vitesse moyenne de 450 tours par minute, comportait un accroissement d'environ 25 pour 100 (les températures du fil des anneaux étant les mêmes, bien entendu).

» Je me suis assuré que cet accroissement de résistance, manifesté au pont, n'était nullement modifié par l'intervention de résistances métalliques quelconques immobiles ou en mouvement entre les deux anneaux conjugués ou en dehors des anneaux. Les variations de la force électromotrice, dans les limites que permet le pont du galvanomètre universel, sans influence, naturellement, au repos, n'influent pas davantage sur l'appareil en marche. La constitution de l'anneau paraît être la seule cause dominante. J'ai isolé l'influence des balais qui n'entraîne que des différences d'ordres secondaires.

» Avec des forces électromotrices importantes, il en a été de même. Mais alors l'emploi du pont de Wheatstone cesse d'être pratique, en ce qu'il nécessiterait des résistances étalonnées toutes spéciales, en gros fil, et des galvanomètres particuliers; aussi, voulant pousser la vérification jusqu'à une différence de potentiel correspondant à une centaine de volts, j'ai eu recours à mon dispositif à deux galvanomètres : j'employais le courant d'une autre machine Gramme fermée et en action sur la résistance des deux anneaux conjugués. L'intensité du courant circulant dans l'anneau étant de i webers (par seconde), et la différence de potentiel entre les deux balais extrêmes des anneaux conjugués étant représentée par ε volts, la résistance de l'anneau, dans chacune de ces expériences, m'était donnée par le rapport $\frac{\varepsilon}{2i}$. »

BALISTIQUE. — *Transformations des poudres de guerre dans les étuis métalliques des cartouches d'infanterie.* Note de **M. E. Pothier**, présentée par M. Berthelot.

« **1.** La cartouche d'infanterie, modèle 1874, est établie de manière que la balle lancée dans le fusil possède, à 25^m de l'extrémité du canon, une vitesse restante moyenne de 430^m.

» **2.** Il résulte des mesures faites, avec l'appareil Le Boulengé, que les *vitesses restantes* des balles des cartouches, tirées plusieurs années après leur fabrication, ne sont plus égales à 430^m et qu'elles sont d'autant moindres que les cartouches sont chargées depuis un temps plus long.

» Les moyennes suivantes, obtenues dans les essais faits au mois de mars 1880, mettent ce fait en évidence.

Dates du chargement des cartouches.	Vitesses moyennes restantes à 25^m.
27 mars 1880	430,23 m
2e trimestre 1879	424,30
4e » 1877	420,43
4e » 1876	418,60
2e » 1876	415,54

» **3.** La diminution des vitesses en fonction du temps de chargement est encore rendue manifeste par les *abaissements* de plus en plus grands *du point moyen des coups*, lorsque l'on tire le fusil d'infanterie avec des cartouches de différentes époques de fabrication. Le Tableau suivant donne les résultats obtenus dans un tir de justesse, fait à 200^m avec un fusil placé sur un affût et pointé avec précision à l'aide d'une lunette.

Expériences faites le 27 avril 1880.

Dates du chargement des cartouches.	Abaissements des points moyens au-dessous du but visé.
24 avril 1880	0,60 m
Juillet 1878	0,61
Mai 1878	0,68
Mai 1877	0,96
Août 1876	0,90

» **4.** On a constaté, en outre, dans les mesures des vitesses, que les écarts étaient d'autant plus grands que la cartouche était plus ancienne. Par suite,

la *justesse* devait diminuer quand on employait des cartouches chargées depuis longtemps. Cette prévision a été confirmée par les tirs de justesse, qui ont montré que les rectangles contenant tous les coups tirés avaient des surfaces plus grandes pour les vieilles cartouches que pour les neuves.

» 5. On a mesuré les poids des charges de poudre et des balles et l'on a reconnu que ces poids différaient des poids réglementaires de quantités trop faibles pour expliquer les variations observées de vitesse, de portée et de justesse. On a été conduit à attribuer ces variations aux états différents et à l'altération progressive de la poudre, états révélés par un examen attentif des charges et caractérisés par la présence d'agglomérations grises, parfois mélangées de substances verdâtres.

» 6. L'analyse chimique des matières agglomérées recueillies dans des cartouches fabriquées en 1876 a prouvé que ces matières étaient un mélange de : charbon, soufre, salpêtre, sulfure de potassium, sulfate de potasse, carbonate de potasse, sesquicarbonate d'ammoniaque, auquel s'étaient joints encore des sels métalliques provenant de la combinaison du laiton des étuis avec les corps constitutifs de la poudre (sulfures et sels basiques).

» Le Tableau suivant donne le dosage des poudres extraites de cartouches, modèle 1874, chargées à des époques différentes.

Dates du chargement des cartouches.	Charbon.	Soufre.	Cuivre.	Zinc.	Sulfure de potassium.	Sulfate de potasse.	Carbonate de potasse.	Sesquicarbonate d'ammoniaque.	Salpêtre.
4e trim. 1877.	14,994	7,708	0,219	0,131	0,154	1,185	»	0,557	74,984
4e trim. 1876.	14,975	7,663	0,339	0,184	0,131	1,545	»	0,383	74,741
2e trim. 1876.	14,967	7,632	0,359	0,188	0,176	1,743	traces	0,236	74,678

» Ces résultats indiquent que la poudre s'est décomposée progressivement et que les transformations qu'elle a subies par le temps ont été d'autant plus grandes que les diminutions constatées des vitesses des balles sont plus considérables.

» 7. Les essais faits sur des cartouches de différentes provenances et conservées dans des magasins du nord et du midi de la France ont donné des compositions très variables. D'autre part, l'analyse des poudres déposées dans des barils et non en contact avec des métaux a révélé également des mélanges non identiques. On est donc porté à conclure que les transformations de la poudre dans les étuis métalliques dépendent à la fois de son état primitif au moment du chargement et des conditions dans lesquelles ont eu lieu la fabrication et la conservation des cartouches.

» 8. Les quantités de poudre transformées dans les étuis sont, dans le

même temps, plus ou moins considérables suivant les influences atmosphériques, et spécialement l'humidité, qui ont agi soit au moment de la fabrication, soit pendant la conservation en magasin. Ces altérations peuvent avoir lieu même en dehors du contact des métaux, quoique à un moindre degré.

» 9. On a placé au contact d'une poudre, dont la composition avait été déterminée préalablement, différents métaux usuels : cuivre, fer, étain, plomb et zinc. On a ajouté de petites quantités d'eau et, au bout d'un certain temps, on a analysé de nouveau la poudre. On a trouvé qu'il s'était produit des composés nouveaux, entre autres des sels du métal expérimenté et du sulfate de potasse. On a même reconnu des traces d'hyposulfite et de carbonate de potasse.

» La durée de l'action de l'eau et du métal sur la poudre a été déterminée par l'emploi du téléphone, modifié dans certains cas par la substitution à l'aimant d'une tige de fer ordinaire, et par l'interposition, sur le trajet du courant, d'une résistance variable, disposée de façon à rendre le son à peine perceptible.

» On a ainsi reconnu que le zinc, puis le cuivre devaient occasionner les transformations les plus importantes de la poudre humide. Le plomb, l'étain et le fer paraissent agir d'une manière moins efficace. Cette conclusion est d'accord avec les résultats des analyses chimiques.

» 10. L'étude de l'influence de la chaleur sur la poudre en contact avec les métaux a été faite en employant seulement le zinc et le cuivre. Lorsque la poudre bien sèche est placée dans une boîte, faite avec l'un de ces métaux et hermétiquement fermée, l'action de la chaleur est nulle.

» Si la poudre est humide, la transformation est, au contraire, accélérée par une température élevée. »

BALISTIQUE. — *Tir optique intérieur dans les batteries couvertes.* Note de M. B. de Fraysseix.

« Les bouches à feu en usage dans la marine sont devenues depuis quelque temps de véritables armes de précision. Cependant le mode de pointage n'a pas suivi ces progrès et ne permet pas d'utiliser la portée et la justesse des canons dans toute leur perfection.

» Dans le mode de tir actuel, le boulet atteint le but si la ligne qui joint le but au guidon de mire passe par le cran de la hausse, cela est indubitable. Or le tireur ne peut savoir que cette condition est remplie qu'en maintenant son œil dans le prolongement de cette ligne en arrière du cran

de la hausse, et c'est pourquoi il est exigé de lui une extrême habitude, avec les plus hautes qualités de la vue et du sang-froid. Nos tireurs sont exercés et leur valeur ne peut être contredite, mais quel excellent tir ne pourrait-on pas attendre d'eux si, de leur poste de tir, ils voyaient plus aisément le but à battre et s'ils pouvaient, au moyen d'un instrument d'optique de précision, être avertis de l'instant favorable pour faire feu!

» Voici comment ce double problème peut être résolu dans les batteries couvertes.

» On sait que les rayons qui frappent une lentille convergente en sortent parallèlement à eux-mêmes et que la ligne qui joint un point à sa propre image passe par le centre de la lentille. Ceci posé, on dévissera la masse de mire du canon et l'on vissera à sa place une lentille dont le centre correspondra au sommet du guidon de la masse de mire. Cette lentille pourra glisser sur son axe dans un double manchon gradué pour la mise au point et qui servira de télémètre.

» Les rayons venus de l'objet à battre seront transmis par la lentille sur un petit écran blanc fixé au cran mobile du curseur de la hausse, et sur lequel le point de tir correspondant au sommet du cran sera fixé par l'intersection de deux lignes perpendiculaires. L'horizontale servira à pointer d'avance le but en hauteur et, le pointage en direction l'amenant à passer sur le point de tir, le tireur fera feu. Il bénéficiera de la finesse de la vue de la lentille et de la position qu'elle occupe près de l'ouverture du sabord. Des rideaux légers et opaques suffiront à empêcher le jour d'entrer par le sabord autrement que par la lentille.

» Le tir ne devant avoir lieu qu'au moment précis du contact de l'image du but avec le point de tir, les défauts de position de l'écran, ses inclinaisons ou déformations autour du point d'attache au cran de mire, n'ont aucune importance pratique. Mais, quand l'écran s'élève avec la hausse, la ligne de mire traverse la lentille de plus en plus obliquement, et le calcul de la marche de la lumière dans la lentille montre que cette ligne ne sera pas déviée de façon à nuire à la précision du tir.

» Le pointage sera donc d'une précision mathématique et la chance d'atteindre le but aussi grande que possible. »

M. **Ed. Becquerel**, à propos de la Note intéressante de M. de Fraysseix, fait remarquer que des expériences ont déjà été faites pour remplacer par un objectif le guidon des pièces d'artillerie d'un fort calibre.

Une Communication de M. Faye à la séance de l'Académie du 12 dé-

cembre 1870 [1] mentionne l'installation d'un système de ce genre, dû à l'initiative de M. Le Roux. Depuis cette époque, des essais ont été faits, et les résultats, tout à l'avantage de ce système, sont indiqués dans le *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*.

CHIMIE. — *Sur l'oxyde de fer colloïdal.* Note de M. L. MAGNIER DE LA SOURCE, présentée par M. Wurtz.

« En soumettant à la dialyse les dissolutions basiques de perchlorure de fer découvertes par M. Béchamp [2] et considérées par cet auteur comme des oxychlorures à composition définie, Graham [3] parvint à éliminer une proportion notable du chlore qu'elles renfermaient et obtint un produit dont la composition pouvait être exprimée par la formule

$$30\,Fe^2O^3 + Fe^2Cl^6;$$

mais Graham n'ajoute pas si, à son point de vue, le chlorure ferrique non encore séparé doit être considéré comme une impureté ou s'il est en combinaison avec l'oxyde, si une dialyse plus prolongée, en un mot, ne parviendrait pas à l'éliminer.

» L'industrie, dans le but d'une application thérapeutique, prépare aujourd'hui, sous le nom de *fer dialysé*, des dissolutions fortement basiques de perchlorure de fer présentant toutes les propriétés des oxychlorures de M. Béchamp.

» J'ai analysé un certain nombre de ces dissolutions, et je leur ai trouvé une composition très variable.

» La plus pauvre en oxyde renfermait $12\,Fe^2O^3 + Fe^2Cl^6$, et la plus riche $30\,Fe^2O^3 + Fe^2Cl^6$.

» Cette dernière, provenant de la maison Bravais, ne différait donc pas du produit obtenu par Graham. Sept échantillons de fer Bravais furent analysés successivement : six d'entre eux conduisirent à la formule $30\,Fe^2O^3 + Fe^2Cl^6$; un seul se rapprocha davantage de $29\,Fe^2O^3 + Fe^2Cl^6$.

» Fallait-il attribuer cette invariabilité de composition du fer Bravais à l'impossibilité de séparer au moyen de la dialyse la dernière molécule de chlorure ferrique? Était-on là en présence d'une combinaison véritable, d'un

(1) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 872.

(2) BÉCHAMP, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVI et LVII.

(3) GRAHAM, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXV.

oxychlorure limite? Tel est le problème que je me suis efforcé de résoudre.

» J'ai étendu le fer Bravais de quatre fois son poids d'eau, de manière à obtenir une solution renfermant 0,80 pour 100 d'oxyde de fer environ, et j'ai soumis ce liquide à une dialyse prolongée pendant trois mois. Le produit, analysé au début de l'expérience, puis de mois en mois, a présenté des variations de composition exprimées par les rapports suivants,

$$30\,Fe^2O^3 + Fe^2Cl^6,$$
$$64\,Fe^2O^3 + Fe^2Cl^6,$$
$$102\,Fe^2O^3 + Fe^2Cl^6,$$
$$116\,Fe^2O^3 + Fe^2Cl^6,$$

et, après cette dernière analyse, il passait encore des traces de chlore à travers la membrane; mais la difficulté d'apporter quelque précision dans le dosage d'un élément n'existant plus, pour ainsi dire, qu'à l'état de traces dans le produit ne m'a pas permis de pousser plus loin mes déterminations quantitatives. Je puis seulement affirmer que la solution renfermant $Fe^2Cl^6 + 116\,Fe^2O^3$ perd encore du chlore par dialyse.

» Je crois pouvoir conclure de cette expérience que l'hydrate ferrique est, dans certaines conditions, soluble par lui-même, sans qu'il soit besoin, pour expliquer sa solubilité, d'admettre que cet hydrate est engagé dans une combinaison plus ou moins complexe. M. Debray ([1]), par des considérations d'un ordre différent, a été conduit, il y a déjà longtemps, à une conclusion identique.

» L'hydrate ferrique, en se séparant du chlorure, ne change pas d'aspect. Sa dissolution, de très légèrement acide, devient d'une neutralité complète au papier de tournesol le plus sensible. Elle est limpide par transparence et par réflexion (quand elle n'a pas subi l'action prolongée de la lumière). Traitée par le ferrocyanure de potassium et l'acide acétique, elle donne du bleu de Prusse; il convient donc d'admettre avec Graham que le peroxyde de fer soluble appartient au type de l'hydrate normal

$$2\,Fe^2O^3, 3\,H^2O$$

et non au type modifié Fe^2O^3, H^2O ou métaperoxyde de fer de Péan de Saint-Gilles. La dessiccation dans le vide à la température ordinaire du fer Bravais confirme cette manière de voir.

([1]) Debray, *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 916.

» Évaporé dans le vide sec (à la température de 15°-18°), le fer Bravais se transforme en écailles brunes que l'eau ne dissout plus, mais qui, triturées avec ce liquide, lui donnent une coloration jaune assez intense et lui communiquent la propriété de précipiter abondamment l'azotate d'argent. L'hydrate et le chlorure sont dès lors séparés, mais celui-là a perdu sans retour sa solubilité. Le poids total du produit sec, poids déterminé par l'expérience, peut être calculé en fonction des poids de fer et de chlore renfermés dans une solution de composition connue : $Fe^2Cl^6 + 30Fe^2O^3$.

» En effet, si l'hydrate est l'hydrate normal $2Fe^2O^3, 3H^2O$, le produit sec aura pour composition

$$15(2Fe^2O^3, 3H^2O) + Fe^2Cl^6, 4H^2O = 6007,$$

et, comme $62Fe = 3472$, il suffit de prendre le poids du fer renfermé dans une dissolution pour pouvoir, au moyen d'une simple proportion, déterminer à l'avance le poids de l'extrait sec, la formule $2Fe^2O^3, 3H^2O$ étant considérée comme exacte.

» Deux déterminations ont été faites, et l'accord entre la théorie et l'expérience a été complet :

Extrait sec rapporté à 100^{cc} de fer Bravais.

	Théorie.	Expérience.
I	4^{gr},32	4^{gr},34
II	4^{gr},72	4^{gr},72

» La composition de l'hydrate ferrique soluble est donc bien celle de l'hydrate normal, et c'est à tort que cet hydrate a été quelquefois confondu avec le métaperoxyde de fer, dont il n'a du reste ni l'aspect ni les propriétés. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau sulfate d'alumine (sulfate d'alumine sesquibasique).* Note de M. P. MARGUERITE.

« L'alumine et l'acide sulfurique se combinent en proportions variables. La plus connue de ces combinaisons est le sulfate monobasique $Al^2O^3, 3SO^3$; tel qu'on l'obtient industriellement, il contient presque toujours un excès d'acide et d'eau, sa cristallisation en paillettes retenant toujours une quantité notable de liquide interposé.

» En étudiant le sulfate d'alumine résultant de la décomposition de l'alun d'ammoniaque par la chaleur, nous avons isolé un nouveau sulfate d'alumine, correspondant à la formule

$$Al^2O^3, 2SO^3, 12HO.$$

» Si l'on rapporte cette formule à $3^{éq}$ d'acide sulfurique, elle s'écrira

$$\frac{3}{2}Al^2O^3, 3SO^3, 18HO.$$

» Comparé aux sulfates monobasique, bibasique et tribasique, le nouveau sulfate correspondra donc au sulfate sesquibasique, et c'est ainsi que nous le désignons.

» Il se présente sous forme de cristaux nets et définis; ce sont des rhomboèdres tantôt simples, tantôt terminés par des pyramides à quatre pans : sa cristallisation diffère donc totalement de celle du sulfate d'alumine ordinaire, dont les paillettes nacrées ont un aspect onctueux bien connu.

» L'eau froide et l'eau chaude le dissolvent aisément, et on peut le faire cristalliser de sa dissolution suffisamment concentrée : une solution saturée à 15° en contient environ 45 pour 100. Cette solubilité est donc voisine de celle du sulfate ordinaire; la différence de solubilité des deux sels est pourtant suffisante pour qu'on puisse séparer par cristallisation le sulfate sesquibasique dans une liqueur saturée des deux sels.

» Calciné, il se décompose, comme le sulfate ordinaire, en donnant de l'alumine. Il est à peu près neutre au papier de tournesol, auquel il communique seulement une teinte vineuse, et sans action sur l'outremer.

» La moyenne des analyses a donné :

Alumine	21,20
Acide sulfurique	33,84
Peroxyde de fer	0,01
Eau	44,90
Perte	0,05
	100,00

d'où l'on a déduit la formule précédemment indiquée.

» Le premier mode de préparation au moyen duquel il a été obtenu est la décomposition de l'alun d'ammoniaque par la chaleur. Quand on chauffe au rouge avec ménagement de l'alun d'ammoniaque, il reste après l'opération du sulfate d'alumine anhydre; si la calcination a été poussée plus loin, il y a eu décomposition partielle. La matière, reprise par l'eau, donne une liqueur qui, concentrée, laisse déposer des cristaux de sulfate sesquibasique; on les purifie par des lavages à l'eau froide faits rapidement et une nouvelle cristallisation.

» Le mode de production par l'alun d'ammoniaque n'est pas le seul pos-

sible. Nous avons opéré sur le sulfate d'alumine ordinaire; desséché et calciné légèrement, il donne lieu à la même réaction. L'opération est assez délicate : si la température n'est pas assez élevée, la décomposition ne se fait pas; si elle l'est trop, on n'obtient que des sous-sels ou de l'alumine pure.

» On peut obtenir également le sulfate sesquibasique par voie humide. Deux méthodes se présentent à cet effet : 1° séparer une partie de l'acide en l'engageant dans d'autres combinaisons; 2° en éliminer une certaine quantité en y ajoutant de l'alumine.

» Pour la première, le mode de réduction qui réussit le mieux est le traitement par le zinc; on n'obtient pourtant ainsi que de petites quantités de sulfate sesquibasique. La seconde demande des dosages rigoureux ; mais, avec des ménagements, elle permet d'obtenir le sulfate en question.

» Le nouveau produit présente précisément deux qualités qui manquent au sulfate monobasique : il est nettement cristallisé et ne contient aucun excès d'acide; en outre, éminemment soluble à chaud et à froid, il contient 21 pour 100 d'alumine, c'est-à-dire deux fois plus que l'alun et moitié plus que le sulfate ordinaire.

» Au point de vue purement scientifique, ce sulfate d'alumine n'est pas moins intéressant. En effet, si l'on compulse les divers Traités de Chimie, on trouve, en y comprenant le nouveau produit, que les combinaisons d'acide sulfurique et d'alumine aujourd'hui connues peuvent être classées ainsi :

Numéro.	Désignation.	Formule.	Composition Al^2O^3.	SO^3.	HO.
1.	Sulfate monobasique......	$Al^2O^3,3SO^3,18HO$	15,32	36,03	48,65
2.	*Sulfate sesquibasique*.....	$Al^2O^3,2SO^3,12HO$	21,34	33,47	45,18
3.	Sulfate bibasique.........	$2Al^2O^3,3SO^3,36HO$	18,69	21,97	59,34
4.	»	$3Al^2O^2,4SO^3,30HO$	26,24	27,44	46,32
5.	Sulfate tribasique........	$3Al^2O^3,3SO^3,27HO$	29,65	23,25	47,10
6.	Sous-sel...............	$4Al^2O^3,3SO^3,36HO$	31,50	18,50	50,00
7.	»	$3Al^2O^3,2SO^3,18HO$	38,73	20,25	41,02
8.	»	$5Al^2O^3,3SO^3,36HO$	36,50	17,15	46,35
9.	»	$2Al^2O^3, SO^3,16HO$	35,67	13,99	50,34
10.	»	$5Al^2O^3,2SO^3,36HO$	38,69	12,14	49,17

» La première remarque que suscite ce Tableau est la richesse exceptionnelle du sulfate sesquibasique qui représente un maximum, au moins pour les composés notablement solubles dans l'eau ; mais, les rapports entre les

quantités d'acide et de base ne se présentant pas sous une forme simple, si l'on rapporte le tout à une même quantité d'acide sulfurique, la comparaison devient plus facile :

Numéro.	Désignation.	Formule.
1.	Sulfate monobasique.......	$2Al^2O^3,6SO^3,\ 36HO$
2.	*Sulfate sesquibasique*......	$3Al^2O^3,6SO^3,\ 36HO$
3.	Sulfate bibasique..........	$4Al^2O^3,6SO^3,\ 72HO$
4.	»	$\frac{9}{2}Al^2O^3,6SO^3,\ 45HO$
5.	Sulfate tribasique.........	$6Al^2O^3,6SO^3,\ 54HO$
6.	Sous-sel	$8Al^2O^3,6SO^3,\ 72HO$
7.	»	$9Al^2O^3,6SO^3,\ 54HO$
8.	»	$10Al^2O^3,6SO^3,\ 72HO$
9.	»	$12Al^2O^3,6SO^3,\ 96HO$
10.	»	$15Al^2O^3,6SO^3,108HO$

» En examinant cette liste, on voit que tous les équivalents d'alumine sont dans un rapport simple avec ceux de l'acide sulfurique, sauf un ; nous remarquerons que le produit qui y correspond a été peu étudié et reconnu seulement une fois après Berzélius ; d'ailleurs, son exposant $\frac{9}{2}$ diffère peu de $\frac{10}{2}$ ou 5, chiffre demandé d'après la loi indiquée par les autres.

» Parmi les composés dont l'existence semble indiquée par la liste ci-dessus, on peut déjà considérer comme à peu près certain que le premier terme manquant $Al^3O^3,6SO^3,mHO$ sera isolé ; en effet, quand on ajoute de l'acide sulfurique au sulfate ordinaire, on obtient une masse présentant des indices de cristallisation. »

CHIMIE. — *Action du chlore sur le sesquioxyde de chrome.* Note de M. **H. Moissan.**

« Lorsque l'on maintient du sesquioxyde de chrome fortement calciné dans un courant de chlore sec ou humide à la température d'ébullition du soufre, à 440°, l'oxyde n'est pas attaqué. Son aspect et sa composition ne changent point. Si l'on répète l'expérience en employant un courant de chlore sec et de l'hydrate de sesquioxyde de chrome [1] que l'on porte

---

[1] L'hydrate de sesquioxyde de chrome employé dans ces expériences a été préparé en précipitant par l'ammoniaque : 1° une solution de sesquichlorure de chrome sublimé lavé à l'eau distillée et dissous par une petite quantité de protochlorure; 2° une solution de sesquichlorure préparée par l'action de l'alcool et de l'acide chlorhydrique sur le chromate

progressivement jusqu'à la température de 440°, on voit d'abord de la vapeur d'eau se dégager, puis, lorsque la température est voisine de 440°, d'abondantes vapeurs rouges apparaissent et viennent se condenser en un liquide ayant l'odeur caractéristique de l'acide chlorochromique CrO^2Cl.

» Ce liquide se décompose au contact de l'eau en donnant une solution rouge, qui, traitée par le sous-acétate de plomb, donne un précipité de jaune de chrome, par l'eau de baryte un précipité jaune clair, par l'alcool à l'ébullition une solution verte laissant précipiter par les alcalis ou le sulfhydrate d'ammoniaque de l'hydrate de sesquioxyde de chrome. Enfin, agité avec de l'éther et de l'eau oxygénée, ce liquide fournit la coloration caractéristique de l'acide perchromique. On obtient donc bien, dans ces conditions, des vapeurs d'acide chlorochromique.

» Voyons maintenant comment peut s'expliquer cette réaction. Si nous faisons passer à 440° un courant de chlore parfaitement sec sur du sesquioxyde de chrome anhydre, mais non calciné, l'oxyde est attaqué; mais on n'obtient plus d'acide chlorochromique. Le sesquioxyde est partiellement transformé en sesquichlorure de chrome. La transformation n'est complète que si l'on enlève par des lavages à l'eau additionnée de protochlorure le sesquichlorure qui s'est formé et qui, en recouvrant l'oxyde, rend beaucoup plus lente une attaque ultérieure.

» Si, au lieu d'employer du chlore sec, on fait agir à 440° un courant de chlore saturé de vapeur d'eau à une température de 8° ou 10°, les vapeurs d'acide chlorochromique se produisent avec abondance. Une assez grande quantité de chrome est ainsi entraînée à l'état de combinaison volatile. La poudre marron résidu de cette opération, lavée, séchée avec soin et placée dans les mêmes conditions, fournit de nouveau de l'acide chlorochromique. En faisant barboter le chlore dans de l'eau portée à la température de 20°, on n'obtient qu'une très petite quantité d'oxychlorure CrO^2Cl, bien que le sesquioxyde soit encore attaqué.

» Lorsque l'on fait agir ce même courant de chlore saturé d'eau à 10° sur du sesquichlorure de chrome maintenu à 440°, il se forme encore de l'acide chlorochromique. Au contraire, un gaz inerte comme l'acide carbonique saturé de vapeur d'eau à 10°, passant sur du sesquichlorure de chrome à 440°, ne produit pas de vapeurs rouges.

» Enfin, si l'on analyse l'hydrate de sesquioxyde de chrome obtenu pré-

---

de plomb; 3° du sesquichlorure obtenu en saturant d'acide sulfureux un mélange de bichromate de potasse et d'acide chlorhydrique.

cédemment et desséché à 440°, on remarque que l'oxyde ainsi préparé n'est pas anhydre et qu'il renferme encore de 5 à 10 pour 100 d'eau.

» Ces différentes réactions expliquent facilement l'expérience qui nous a servi de point de départ.

» Sous l'action du chlore sec, le sesquioxyde de chrome anhydre qui n'a pas subi le phénomène d'incandescence, qui le rend difficilement attaquable par les acides, se transforme en sesquichlorure de chrome; mais, s'il se trouve alors à 440°, soit dans le courant de chlore, soit dans l'oxyde, une certaine quantité d'eau, cette eau sera décomposée, et il se produira de l'acide chlorhydrique et de l'acide chlorochromique (¹):

$$Cr^2O^3 + n\,Cl = Cr^2Cl^3 + 3O + (n-3)\,Cl,$$
$$Cr^2Cl^3 + 4HO + n\,Cl = 2CrO^2Cl + 4HCl + (n-3)\,Cl.$$

» L'oxygène nécessaire à la formation de l'acide chlorochromique provient de la décomposition de la vapeur d'eau par le chlore à 440°. Chaque fois qu'à cette température l'oxygène et le sesquichlorure de chrome se trouveront en présence, l'oxychlorure CrO^2Cl tendra à se former. On obtient en effet des vapeurs rouges en faisant passer, à la température d'ébullition du soufre, un courant d'oxygène sec sur du sesquichlorure Cr^2Cl^3.

» Si l'on arrête l'action du chlore humide sur le sesquioxyde de chrome non calciné au moment où se dégagent d'abondantes vapeurs rouges, et que l'on ait soin de chasser l'excès de chlore par un courant longtemps maintenu d'acide carbonique pur et sec, on obtient, en place du sesquioxyde, une poudre brune dont la composition se rapproche des oxychlorures de Moberg. Ce corps est un produit intermédiaire moins oxydé que l'acide chlorochromique et décomposable par l'eau.

» Nous voyons donc que l'action du chlore sur le sesquioxyde de chrome à 440° sera très différente suivant que l'on emploiera l'oxyde qui a été calciné ou celui qui ne l'a pas été.

» L'oxygène agira de même. Le sesquioxyde de chrome calciné ne change point à 440° dans un courant d'oxygène sec ou humide; le sesquioxyde non calciné augmente de poids et donne un corps d'un gris noir dont la composition se rapproche de la formule CrO^2. Ce composé a pour propriété caractéristique de dégager du chlore soit avec l'acide chlorhy-

(¹) La vapeur d'eau ne devra se trouver qu'en petite quantité en présence du sesquioxyde de chrome et de l'acide chlorochromique, un excès de cette vapeur détruisant l'oxychlorure formé.

drique, soit avec un mélange de chlorure de sodium et d'acide sulfurique. Ce caractère le rapproche du bioxyde de manganèse MnO^2.

» En résumé, les différences que présentent les deux sesquioxydes de chrome à 440° en présence de l'hydrogène sulfuré, ainsi que je l'ai démontré dans une Note précédente, en présence du chlore et de l'oxygène, sont plus accusées que celles présentées par les différentes variétés allotropiques de protoxyde, d'oxyde magnétique et de sesquioxyde de fer. Le sesquioxyde de chrome sera donc pour nous le type de ces oxydes dont le changement de propriétés coïncide avec un dégagement de chaleur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison de l'alcool allylique avec la baryte anhydre.* Note de MM. C. VINCENT et DELACHANAL.

« Un Mémoire publié par M. A. Destrem dans les *Comptes rendus* de la séance du 24 mai dernier, et relatif aux combinaisons des alcools avec la baryte et la chaux et aux produits de la décomposition par la chaleur de ces combinaisons, nous oblige à publier les premiers résultats de recherches entreprises, antérieurement à la publication de ce Mémoire, sur la production et les propriétés d'une combinaison de l'alcool allylique avec la baryte.

» Nous avons observé qu'en desséchant l'alcool allylique sur la baryte anhydre, comme il est indiqué dans la plupart des Ouvrages, on perd une quantité d'alcool allylique d'autant plus considérable que le produit de départ contient moins d'eau. Nous avons été ainsi conduits à penser que l'alcool allylique et la baryte se combinent pour former un allylate.

» Lorsqu'on ajoute de la baryte anhydre en poudre à de l'alcool allylique, la masse s'échauffe beaucoup, jaunit légèrement, et la partie liquide, filtrée pour séparer l'excès de baryte et évaporée à sec au bain-marie dans le vide, laisse une masse de cristaux microscopiques. Nous n'avons pas encore terminé l'étude de cette combinaison; aussi nous nous contenterons, pour prendre date, d'indiquer qu'elle régénère de l'alcool allylique par distillation en présence de l'eau et qu'elle contient 62 pour 100 de baryte au lieu de 56,88 qu'exigerait la formule $C^6H^6O^2BaO$.

» La présence d'un excès de baryte ne doit peut-être pas être attribuée à un commencement de décomposition de la matière, mais à la solubilité de l'hydrate de baryte dans la dissolution d'allylate, ainsi que nous l'avons constaté. En effet, si l'on fait bouillir pendant quelques instants de l'alcool allylique absolu avec de la baryte, on obtient, après filtration à chaud, un liquide limpide qui laisse déposer par refroidissement des cristaux feuille-

tés d'hydrate de baryte. La formation, dans ces conditions, d'hydrate de baryte cristallisé doit être attribuée à la présence de baryte hydratée dans la baryte la mieux préparée.

» La solubilité de l'hydrate de baryte dans l'allylate étant démontrée, il en résulte que le produit obtenu dans ces conditions doit toujours contenir un peu d'hydrate et fournir à l'analyse des nombres trop élevés pour la baryte. Nous nous sommes assurés, d'ailleurs, que les mêmes phénomènes se reproduisent avec l'alcool méthylique et que, dans ce cas, des quantités bien plus considérables d'hydrate de baryte peuvent entrer en dissolution.

» L'allylate de baryte est extrêmement soluble dans l'alcool allylique; cette dissolution, évaporée au-dessus de l'acide sulfurique, laisse une masse poisseuse qui se dessèche difficilement à la température ordinaire et ne présente pas l'apparence cristalline. Séché dans le vide à 100°, l'allylate se concrète complètement et présente alors la propriété remarquable de se décomposer brusquement par une légère élévation de température, en laissant un résidu charbonneux pulvérulent et très volumineux.

» Nous pensons avoir établi que l'alcool allylique forme avec la baryte une combinaison correspondant à celle que forment d'autres alcools avec cette base, et que cette combinaison présente une grande instabilité. Nous nous proposons de poursuivre cette étude. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la fixité de composition des végétaux. Rapport entre la fécule, l'acide phosphorique et les substances minérales dans la pomme de terre.* Note de M. **H. Pellet.**

« Nous avons eu déjà l'occasion de montrer que dans la betterave il existait un certain rapport entre le sucre et les matières minérales ; que le pois oléagineux chinois, cultivé dans divers terrains, présentait une fixité de composition assez remarquable.

» Pour le blé, nous n'avons eu qu'à nous appuyer sur les analyses si nombreuses faites par MM. Lawes et Gilbert, de Rothamsted, pour montrer la composition identique du blé récolté pendant plusieurs années sur différents champs ayant reçu des engrais variés.

» Ce qui était fait pour le sucre et l'amidon devait l'être pour la fécule ; mais nous n'avions pas jusqu'ici des analyses complètes de pommes de terre, et surtout des analyses de quelques variétés récoltées dans deux ou

trois stations différentes. Nous avons eu recours à M. H. Joulie, qui, depuis quelques années, s'occupe également de l'étude de la composition des végétaux, et qui, à ce sujet, a présenté de remarquables Mémoires. Ce savant a bien voulu mettre à notre disposition les résultats d'analyses qu'il venait de terminer et qui n'avaient pas encore été discutés. Ce sont donc les chiffres tels qu'ils ont été fournis par l'analyse et obtenus dans un tout autre but que celui pour lequel nous les utilisons aujourd'hui.

» Voici les résultats fournis par l'application de notre calcul aux analyses de M. H. Joulie.

	N° 1. Pommes de terre dites *Van-der-Veer*, récoltées à Chevrières (Oise) en 1879.					N° 2. Pommes de terre farineuses rouges récoltées à Verrières (Seine-et-Oise) en 1877 (H. Vilmorin).				
	Tubercules.	Fanes.	Total.	Pour 100 kg de fécule.	Acide sulfurique pour saturer les bases.	Tubercules.	Fanes.	Total.	Pour 100 kg de fécule.	Acide sulfurique pour saturer les bases.
Poids de la récolte fraîche..	14000 kg	3200 kg	17200 kg			27510 kg	29850 kg	57360 kg		
» sèche...	2925,6	1830	4755,6			6058	2049	8107		
Nombre de pieds à l'hectare.	20000	»	»			30000	»	»		
Par hectare il y a :										
Acide phosphorique.......	13,78	8,06	21,84	1,04	»	39,377	7,868	47,245	1,072	»
» sulfurique..........	7,60	9,26	16,86	0,80	»	11,994	5,757	17,751	0,403	»
Chaux....................	5,46	69,12	74,58	3,57	5,06	3,877	53,786	57,663	1,308	1,857
Magnésie.................	1,08	15,06	16,14	0,76	1,52	6,724	12,642	19,366	0,439	0,878
Potasse..................	45,20	7,06	52,26	2,50	2,12	190,948	74,153	265,101	6,015	5,111
Soude....................	0,00	1,14	1,14	0,05	0,06	9,389	10,204	19,593	0,444	0,577
Oxyde de fer.............	3,74	7,08	10,82	0,51		1,576	7,560	9,136	0,207	
Silice...................	44,50	182,00	226,50	10,86	8,76	76,633	16,164	92,797	2,105	8,423
Cendres totales + silice....	124,04	342,00	466,04	22,35		345,060	382,000	727,660	16,497	
Cendres totales — silice....	76,86	116,78	193,64	9,28		263,985	171,970	435,855	9,880	
Azote....................	47,38	22,64	70,02	3,35		72,938	22,908	95,846	2,174	
Matière sèche dans le tubercule pour 100.			20,89					22,02		
A déduire..................			6,00					6,00		
Différence (fécule)..........			14,89					16,02		
Fécule totale par hectare........			2084kg,6					4407kg		

De ce Tableau on déduit :

« 1° *Qu'il y a un rapport constant entre l'acide phosphorique total contenu dans le végétal complet (tubercules et fanes) et la fécule ;*

» 2° *Qu'il y a également un rapport entre la fécule et le total des substances minérales absorbées, la silice étant déduite ;*

» 3° *Qu'il y a de grandes différences dans la proportion des principaux alcalis, chaux et potasse, rapportée à* 100^{kg} *de fécule;*

» 4° *Mais qu'il y a eu* SUBSTITUTION ÉQUIVALENTE *de ces alcalis*, de telle sorte que *la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour saturer toutes les bases est sensiblement la même;*

» 5° Que ces rapports ont été trouvés sur des pommes de terre de nature différente, récoltées sur deux sortes de terrains et à des époques assez éloignées;

» 6° Que la silice varie dans d'assez grandes limites, de même que l'azote, ce que nous avions montré déjà pour les betteraves.

» Ces analyses montrent bien la fixité de composition du végétal complet, rapporté à 100^{kg} de fécule, la substitution équivalente et dans de grandes limites de la chaux à la potasse, avec peu de variation pour les autres éléments et une fixité remarquable dans la proportion d'acide phosphorique pour 100^{kg} de fécule. Une autre variété de pomme de terre, dite *chardon*, récoltée également à Verrières, en 1877, chez M. H. Vilmorin, a été analysée complètement par M. Joulie. D'après ses résultats, nous avons trouvé encore 1^{kg},10 *d'acide phosphorique pour* 100^{kg} *de fécule*. Le poids total des cendres sans silice était un peu plus faible et n'atteignait que 8,22.

» Enfin, une autre espèce, dite *rose hâtive*, a fourni le nombre 0,989 *d'acide phosphorique pour* 100^{kg} *de fécule*. Le poids des cendres est descendu à 7^{kg}. Mais ces différences peuvent s'expliquer, non pas pour l'*acide phosphorique*, car tous ces chiffres sont des plus rapprochés pour des expériences et des calculs de cette nature, mais pour le poids des cendres : c'est que le dosage de la fécule n'a pas été fait directement, mais la proportion estimée d'après les indications de Payen. Néanmoins, le rapport de 1^{kg},1 d'acide phosphorique pour 100^{kg} de fécule était, croyons-nous, déjà important à signaler. Il est sensiblement le même que celui qui existe entre le sucre et l'acide phosphorique dans la betterave. Prochainement nous aurons l'honneur de soumettre à l'Académie les lois nouvelles de la composition des végétaux. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Analyse de graines de betteraves.* Note de MM. **H. Pellet** et **M. Liebschutz.**

« On a pris un mélange à parties égales des quatre sortes de graines ci-après désignées : 1° betterave blanche à sucre à collet rose; 2° betterave blanche Vilmorin améliorée; 3° collet vert et 4° la variété rose. Cent graines de ce mélange pesaient 2^{gr},083. Nos analyses ont été faites dans le but non seulement de connaître la composition de la graine, ce qui a été

déjà publié, mais en outre de connaître aussi la différence de composition qui pouvait exister entre les deux parties de la graine que nous avons désignées, l'une sous le nom de *dentelle* ou partie extérieure, l'autre sous le nom de *noyau* ou partie intérieure.

» On a pris un certain poids de graines, et par petites portions (de trois à quatre grains) on les a passées entre deux surfaces de toile métallique de fer en leur faisant subir une certaine friction. Après quelques secondes, la partie dite *dentelle* est à peu près détachée du noyau. Lorsque la quantité de matière ainsi travaillée est jugée suffisante, on passe le tout au tamis. Les noyaux restant sont de nouveau frictionnés, afin de séparer autant que possible les deux parties à analyser.

» Sur chacune des matières ainsi séparées on a procédé à une analyse aussi complète que possible. Les résultats ont été les suivants :

Composition de la graine de betterave à sucre.

	DENTELLE.			NOYAU.			GRAINE NORMALE.	
	Pour 100 gr de matière normale.		Pour 100 gr de cendres.	Pour 100 gr de matière normale.		Pour 100 gr de cendres.	Pour 100 gr de matière normale.	
		Azote.			Azote.			Azote.
Eau	14,000	//	//	11,000	//	//	11,446	//
Silice et matières insolubles	4,869	//	29,530	0,142	//	2,600	0,845	//
Acide phosphorique	0,340	//	2,063	0,898	//	16,410	0,815	//
Acide sulfurique	0,596	//	3,614	0,225	//	4,120	0,280	//
Chlore	0,283	//	1,718	0,147	//	2,695	0,167	//
Potasse	2,690	//	16,293	1,020	//	18,617	1,268	//
Soude	1,267	//	7,684	0,550	//	10,047	0,657	//
Chaux	2,090	//	12,680	1,180	//	21,530	1,315	//
Magnésie	2,344	//	14,215	0,703	//	12,838	0,947	//
Acide azotique	0,063 dont	0,016	//	Traces.	//	//	0,009 dont	0,002
Ammoniaque	0,134 dont	0,111	//	0,103 dont	0,096	//	0,108 dont	0,089
Matières azotées coagulables par l'eau bouillante et l'acide acétique	9,420 dont	1,507	//	8,230 dont	1,317	//	8,406 dont	1,345
Matières grasses et colorantes	2,000	//	//	5,536	//	//	5,010	//
Amidon, dextrine	13,729	//	//	18,071	//	//	17,425	//
Cellulose	26,000	//	//	20,830	//	//	17,425	//
Matières protéiques solubles	3,750 dont	0,600	//	4,293 dont	0,687	//	4,211	0,665
Matières indéterminées	16,488	//	//	27,105	//	//	25,526	//
Acide carbonique	//	//	12,590	//	//	11,750	//	//
Total	100,063	2,234	100,387	100,033	2,100	100,607	100,035	2,101
Oxygène à déduire pour le chlore	0,063	//	0,387	0,033	//	0,607	0,035	//
	100,000	//	100,000	100,000	//	100,000	100,000	//

» Dans l'opération préalable que nous avons fait subir aux graines, nous avons obtenu, pour 100^{gr} de graines :

Dentelle ou enveloppe	gr 14,87
Noyau	85,13
	100,00

» Les cendres ont été préparées par le lessivage des substances carbonisées. On déduit de ces analyses que la quantité de matières minérales renfermée dans la dentelle est près de trois fois aussi forte que celle de la partie intérieure ou noyau, tandis que dans celle-ci la richesse en matière grasse et en amidon est plus grande que dans la dentelle. Nous nous proposons de conserver ces graines quatre ou cinq années, afin de vérifier si l'oxydation de la matière grasse n'est pas la cause de leur non-germination après un certain temps de conservation, ainsi que l'a constaté M. Ladureau sur d'autres graines, spécialement sur les graines oléagineuses. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De la désinfection et de la conservation au point de vue agricole des matières animales, et notamment du sang, par l'emploi du bisulfate d'alumine et de l'acide nitrique.* Note de M. **Ét. Vautelet.**

« J'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie un procédé destiné à traiter tous les détritus organiques provenant notamment des abattoirs et des marchés, tels que le sang, les abats sans valeur, boyaux, etc., etc., en un mot toutes les matières animales, si faciles à se corrompre et à compromettre la santé publique. Pour ne citer qu'un exemple, le sang provenant de la plupart des abattoirs, et même des abattoirs de Paris, est toujours traité d'une manière primitive, à l'air libre et sans désinfection préalable. Il y a là une cause énorme d'insalubrité et en même temps une perte considérable de matières utiles. Tout y est contraire aux lois hygiéniques les plus élémentaires et aux progrès de la Science moderne.

» Le procédé que je propose consiste dans l'emploi des matières suivantes dans des proportions déterminées : 1° sulfate d'alumine; 2° acide sulfurique; 3° acide nitrique. Par l'addition de l'acide sulfurique au sulfate d'alumine, il se forme un bisulfate qui, moins soluble que le sulfate, provoque rapidement une parfaite coagulation du sang. Le rôle de l'acide

nitrique est tout indiqué : coagulation de l'albumine du sang et formation de nitrate.

» Ce traitement des matières organiques et surtout du sang provoque une complète désinfection et empêche toute altération ultérieure, en conservant à ces matières leur valeur fertilisante au point de vue agricole. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les effets physiologiques de l'érythrophléine.* Note de MM. G. **Sée** et **Bochefontaine** (1), présentée par M. Vulpian.

« L'érythrophléine, découverte par MM. N. Gallois et E. Hardy en 1876 (2), est le principe actif extrait de l'écorce de l'*Erythrophleum guineense*, de la famille des Légumineuses ; c'est un alcaloïde auquel ces auteurs ont reconnu expérimentalement un pouvoir toxique considérable et une action remarquable sur le cœur.

» L'action de l'érythrophléine sur le cœur, ainsi constatée, nous a suggéré l'idée d'introduire cette substance dans la thérapeutique des affections cardiaques; mais il était nécessaire, auparavant, de contrôler par de nouvelles expériences de Physiologie le pouvoir toxique de cet alcaloïde et surtout d'étudier ses principaux effets physiologiques, notamment ceux qui peuvent être enregistrés au moyen de l'hémodynamomètre, du sphygmoscope et du pneumographe. C'est le résultat de cette étude que nous venons communiquer très brièvement à l'Académie.

» Les recherches, commencées sur des batraciens, ont été continuées sur les lapins et les chiens. Nous mentionnons seulement des expériences pratiquées sur ces derniers mammifères à l'aide de l'injection hypodermique d'une solution déterminée d'érythrophléine, parce que les limites de cette Note ne permettent pas de rapporter les expériences faites sur les autres animaux, soit par le même procédé, soit par d'autres méthodes d'introduction de l'agent toxique dans l'organisme.

» $0^{gr},01$ d'érythrophléine introduit sous la peau d'un chien pesant 9^{kg} est demeuré sans effet appréciable ; $0^{gr},02$ ont tué en deux heures un autre animal de la même espèce, du poids de $14^{kg},5$. En d'autres termes, chez le chien, l'injection hypodermique d'*un milligramme* d'érythrophléine *par*

---

(1) Travail du laboratoire de clinique de l'Hôtel-Dieu.

(2) *Archives de Physiologie* et *Société de Biologie*, 1876.

kilogramme de l'animal ne produit pas d'effets toxiques évidents; $1^{mgr},5$ au contraire par kilogramme est mortel au bout de quelques heures.

» Plusieurs expériences comparatives établissent que le pouvoir toxique de l'érythrophléine est à peu près le même que celui de la digitaline amorphe de MM. Homolle et Quevenne.

» Les premiers signes de l'intoxication consistent dans un peu d'agitation, d'inquiétude, suivies d'une période d'affaissement qui précède les efforts de vomissement ou les vomissements. Ces derniers phénomènes sont en réalité les vrais symptômes initiaux de l'intoxication, et, si la dose de poison n'est pas trop considérable, ils peuvent cesser : l'animal revient alors assez promptement à son état normal.

» Le fonctionnement de l'appareil circulatoire est troublé comme celui de l'appareil digestif. On observe l'augmentation de la pression sanguine intra-artérielle, l'irrégularité, puis le ralentissement du pouls que l'on trouve déjà notés dans le Mémoire de MM. N. Gallois et E. Hardy. La période de ralentissement est remarquable par la régularité des battements cardiaques, par l'énergie de chaque pulsation et par l'uniformité de la pression sanguine intra-artérielle. Cette pression, en effet, n'est pas modifiée par les mouvements respiratoires, comme elle l'est ordinairement à l'état normal, car, sur les tracés hémodynamométriques ou sphygmoscopiques, les ondulations qui résultent de l'influence de la respiration sur la pression sanguine, chez l'animal non intoxiqué, ne s'observent plus chez l'animal qui subit l'action de l'érythrophléine. Cette période est suivie d'une autre pendant laquelle le pouls est extrêmement faible et accéléré; les oscillations de la pression sous l'influence de la respiration reparaissent; cette pression diminue graduellement; les battements du cœur, de plus en plus faibles, cessent par moments, puis s'arrêtent définitivement, tandis que la pression sanguine devient nulle.

» Les mouvements respiratoires semblent influencés directement par l'érythrophléine, en même temps qu'ils le sont secondairement par les troubles cardiaques. D'une manière générale, ils sont, au début, légèrement ralentis et plus amples. Lorsque les pulsations cardiaques sont accélérées, dans la période terminale de l'empoisonnement, les mouvements respiratoires sont extrêmement énergiques et plus fréquents. Dans presque toutes les expériences, sinon dans toutes, les mouvements respiratoires ont cessé au moment de l'arrêt du cœur. Plusieurs fois, à ce moment, l'animal a poussé un grand cri. Une, deux et même trois minutes après la cessation des battements du cœur, les mouvements respiratoires ont reparu, encore

énergiques, pendant deux ou trois minutes, pour s'arrêter alors définitivement.

» Les fonctions de diverses parties du système nerveux paraissent troublées par l'érythrophléine. Ainsi, l'excitation faradique des bouts thoraciques des nerfs vagues à la région cervicale n'a pas déterminé l'arrêt du cœur chez l'animal intoxiqué comme il le produit sur l'animal sain. La chute brusque de la pression sanguine qui survient sous cette influence s'est au contraire manifestée également dans les deux cas. L'action frénatrice ou modératrice du nerf pneumogastrique sur le cœur est donc modifiée par l'érythrophléine, et l'on peut, avec cette substance, dissocier pour ainsi dire physiologiquement les deux phénomènes circulatoires qui résultent de l'excitation des bouts périphériques des filets cardiaques des vago-sympathiques.

» L'excitation faradique des bouts céphaliques des pneumogastriques, dans une période avancée de l'intoxication, n'entraîne pas l'accélération du pouls qu'elle détermine tout d'abord dans les conditions normales, mais elle agit sur la tension artérielle comme elle fait d'ordinaire, c'est-à-dire en l'augmentant : c'est là encore une disjonction des effets physiologiques.

» La faradisation des bouts cardiaques ou des bouts céphaliques des nerfs vago-sympathiques entraîne donc, chez l'animal à l'état normal, les mêmes modifications de la pression que chez l'animal qui a reçu de l'érythrophléine. Le rythme du cœur, au contraire, est respecté par les mêmes excitations faradiques chez l'animal intoxiqué par cet alcaloïde.

» Lorsque l'animal vient de mourir, on peut voir que le cœur est en diastole, flasque et cependant rempli de sang. Quelquefois, les ventricules cardiaques sont animés d'un mouvement de trémulation semblable à celui qui succède à la faradisation de ces ventricules. Généralement, le cœur n'a pas perdu sa contractilité électrique. Le nerf pneumogastrique a conservé son action sur l'estomac. L'excito-motricité des nerfs phréniques est ordinairement diminuée ou même parfois abolie, tandis que celle du sciatique ou du sympathique cervical n'est pas amoindrie.

» En résumé, la Physiologie démontre que l'érythrophléine agit non seulement sur le cœur, mais encore sur l'appareil respiratoire, et cette double action, sur ces appareils si importants, nous conduit à en faire l'application à la clinique et plus particulièrement au traitement des affections cardiaques ou respiratoires. Nous soumettrons prochainement le résultat de nos observations au jugement de l'Académie. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques caractères anatomiques des Chiroptères du genre* Cynonycteris. Note de M. **Robin**, présentée par M. A. Milne Edwards.

« Parmi les grands Chiroptères frugivores réunis ordinairement sous le nom de *Roussettes*, le genre *Pteropus* est presque le seul qui ait donné lieu à des recherches anatomiques suivies; la structure des autres genres, à part le squelette et quelques particularités de l'appareil digestif, est à peu près inconnue. La libéralité avec laquelle M. le professeur A. Milne Edwards a mis à ma disposition un grand nombre d'exemplaires des divers groupes de cet ordre m'a permis d'entreprendre une série de recherches à ce sujet. J'exposerai ici les principaux résultats auxquels m'a conduit l'étude du *Cynonycteris amplexicaudata*.

» L'appareil salivaire est extrêmement développé; les côtés et la partie supérieure du cou et de la tête, depuis l'épaule jusqu'à $0^m,01$ en avant du méat auditif, sont recouverts par deux masses glandulaires qui se rejoignent sur la ligne médiane du dos. Il est facile d'isoler par la dissection les différentes parties constitutives de ces masses glandulaires; on reconnaît alors que chacune d'elles est formée par l'intrication d'une parotide et de deux sous-maxillaires. La parotide ne présente aucune particularité intéressante, si ce n'est que, contrairement à ce qu'ont observé, chez les *Pteropus*, Cuvier et M. R. Owen, elle est peu développée relativement aux sous-maxillaires et forme à peine le tiers de la masse totale. La duplicité des sous-maxillaires est, au contraire, un fait d'autant plus intéressant qu'il est peut-être commun à l'ordre tout entier; au moins l'ai-je retrouvé chez toutes les Roussettes que j'ai étudiées et, parmi les Chauves-Souris ordinaires, dans plusieurs espèces de Vespertilionides. Les deux glandes, très inégales en dimensions, donnent naissance à deux canaux de Wharton qui, dans toute leur longueur, sont intimement accolés et vont déboucher par deux pores extrêmement rapprochés à la face inférieure d'une sorte de sous-langue rudimentaire. Les glandes sublinguales sont bien développées comparativement à ce qu'elles sont chez les Chauves-Souris insectivores et se rejoignent en avant sur la ligne médiane, derrière la symphyse maxillaire, de manière à former une sorte de fer à cheval qui tapisse la moitié antérieure de la mandibule.

» Le tube digestif est très voisin de celui des *Pteropus* et ne présente aucune particularité digne de remarque, si ce n'est que, contrairement à ce

qui a lieu d'ordinaire chez les Chiroptères, il est facile de distinguer le gros intestin de l'intestin grêle, sinon par le diamètre, au moins par la structure de la muqueuse. En effet, tandis que la face interne de la première partie de l'intestin est lisse ou du moins couverte de villosités peu accentuées, on voit apparaître subitement à l'origine du gros intestin des plis longitudinaux assez développés qui se continuent jusqu'à l'anus. Dans l'un des exemplaires que j'ai eus à ma disposition, le diamètre était même sensiblement plus considérable en ce point; mais l'état de conservation laissait trop à désirer pour que j'ose en tirer une conclusion.

» La partie de l'organisme qui m'a présenté les dispositions les plus intéressantes est l'appareil génital. La femelle, en effet, présente deux utérus entièrement distincts et ouverts séparément à la surface d'un museau de tanche unique, disposition qui n'a été observée que chez un petit nombre de Rongeurs et d'Edentés et qu'il est curieux de retrouver chez des animaux que le perfectionnement de leur organisation fait d'ordinaire ranger parmi les Primates. Cette duplicité de l'utérus est d'autant plus surprenante, que ces animaux semblent ne jamais mettre bas qu'un seul petit à la fois; au moins n'ai-je trouvé qu'un fœtus dans les deux individus que j'ai observés, et qui étaient l'un et l'autre en état de gestation. Chacun des utérus est tubuliforme, très allongé et, à l'état de vacuité, d'un diamètre sensiblement égal dans toute sa longueur. Son extrémité se termine abruptement par une ligne presque transversale, à l'angle de laquelle naît un oviducte très court, entièrement renfermé dans l'épaisseur du repli péritonéal qui constitue la capsule de l'ovaire et ouvert par un pavillon non frangé dans la lèvre même de l'étroite boutonnière qui fait communiquer cette capsule avec la cavité abdominale.

» Les organes génitaux du mâle, très développés, comme ils le sont chez tous les Chiroptères, sont surtout caractérisés par l'absence de vésicules séminales et la présence d'un utérus mâle constitué par deux tubes longs de $0^m,03$, repliés sur eux-mêmes, étroits à leur base et très renflés au contraire près de leur extrémité aveugle. »

ZOOLOGIE. — *Sur la métamorphose du* Prosopistoma. Note de M. **Alb. Vayssière**, présentée par M. Blanchard.

« J'avais eu l'honneur de présenter à l'Académie, en août 1878, et en collaboration avec le Dr E. Joly, une Note sur l'organisation du *Prosopistoma punctifrons*.

» Nous avions eu à notre disposition, pour les études dont nous exposions le résumé, un assez grand nombre d'individus vivants, et cependant nous n'avions pu observer aucune transformation chez ces curieux Insectes. Nous étions ainsi amenés à accepter l'opinion de M. Mac Lachlan et à admettre avec lui que le Prosopistome n'est qu'un Éphémérien adapté à une vie aquatique permanente. Nos observations anatomiques, et plus spécialement celles relatives à la concentration considérable du système nerveux, semblaient confirmer cette hypothèse.

» Elle doit être décidément rejetée : j'ai pu voir, le 3 juin, la métamorphose de deux *Prosopistoma* capturés dans le Rhône, près d'Avignon, en avril dernier.

» Voici les principales phases de cette métamorphose. Vers la fin du mois passé, la coloration jaune ambré de quelques-uns des insectes que je gardais en captivité s'était assombrie; je pus bientôt apercevoir par transparence les premiers linéaments du nouvel individu, et, deux ou trois jours après, l'animal se dépouillait de son enveloppe nymphale. Pour s'en dégager, l'Insecte emploie les mêmes procédés que les autres types d'Éphémériens.

» A l'état parfait, le Prosopistome ressemble assez exactement au *Cœnis* et rentre par suite, d'une manière définitive et indiscutable, dans la famille des Éphémériens; son dernier anneau est muni de trois soies rudimentaires représentant les soies natatoires qu'il possède pendant ses états aquatiques.

» Les modifications anatomiques amenées par cette métamorphose seront étudiées plus tard dans une monographie complète de ce genre. »

ZOOLOGIE. — *Sur une modification particulière d'un Acarien parasite.* Note de M. **Mégnin**, présentée par M. Robin.

« Chez un grand nombre d'insectes parasites de végétaux on voit souvent la femelle prête à pondre ou à donner naissance à des larves se couvrir d'une sécrétion cotonneuse ou byssoïde, qui sert non seulement à la protéger elle-même, mais encore à préserver sa progéniture de tout accident pendant les premiers temps de la vie : c'est ce que l'on voit chez la plupart des Cochenilles et chez le Puceron lanigère.

» Certaines Arachnides, aussi parasites de végétaux, jouissent de la même propriété, et une espèce de Tétranique a précisément reçu le nom de *Tétranique tisserand* (*T. telarius*) à cause de cela. Dans ce cas, la sécrétion

cotonneuse de l'Acarien constitue une véritable nidification, exclusivement destinée à protéger les œufs pendant les diverses phases de l'incubation et pendant l'éclosion, car la femelle ne reste pas fixe pendant la ponte comme les Coccides et l'Aphidien dont j'ai parlé plus haut : elle pond successivement dans plusieurs nids.

» Jusqu'à présent on n'avait observé rien de pareil chez les Acariens parasites des animaux ; le hasard vient de me rendre témoin d'un fait exactement semblable chez un oiseau. Je me disposais à disséquer un Gros-bec d'Amérique (*Cardinalis fulgens* Ch. Bonap.) quand, après avoir arraché les plumes du thorax, je fus frappé de la présence de nombreuses taches blanches ressemblant à de petites plaques de *muguet*, dont la partie nue, médiane et sternale de la peau qui recouvre la face inférieure de la poitrine était parsemée. (J'ai conservé cette partie de peau étalée sur une lame de verre.)

» A la loupe, ces petites plaques blanches ont l'aspect d'une petite tache de moisissure ; mais au microscope, et surtout après les avoir imbibées de glycérine, qui les rend diaphanes, ces taches se montrent constituées par un fin tissu sous lequel apparaît un groupe d'œufs à différents degrés d'incubation, de coques d'œufs vides et de petits Acariens jaunes en voie de sortir de ces coques ou qui en sont déjà sortis. Ces Acariens ne sont autres que des larves octopodes, qu'aux caractères anatomiques du rostre et des pattes il est facile de reconnaître comme appartenant à l'espèce que j'ai nommée *Cheleytus heteropalpus* dans le Mémoire consacré à la description d'un groupe nouveau d'Acariens parasites des rongeurs et des oiseaux, avec lequel j'ai constitué une tribu des *Cheylétides parasites* (¹).

» Dans sa belle étude sur l'anatomie et la physiologie des Sarcoptides plumicoles (²), M. le professeur Ch. Robin a montré que ces derniers déposent leurs œufs en tas à l'aisselle des barbes des plumes. Je pensais que mes Cheylétides parasites agissaient de même, attendu qu'ils vivent complètement avec eux et même leur font la chasse ; je n'avais pourtant jamais rencontré leurs œufs, qui sont remarquables et très grands ($0^{mm},18$ sur $0^{mm},11$), avec ceux des Sarcoptides plumicoles. L'observation que je viens de rapporter montre comment ces œufs sont pondus et quelle précaution prennent les Cheylètes parasites pour les protéger, fait qui les rapproche singulièrement des Tétraniques, avec lesquels ils sont, du reste, si

(¹) *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de M. le professeur Ch. Robin, 1878.
(²) *Comptes rendus*, 30 avril 1868.

voisins comme organisation ; elle montre, de plus, que les larves de cette espèce sont octopodes en naissant, caractère que n'ont pas celles des Tétraniques, ni même celles des Cheylètes vagabonds, comme le *Cheyletus eruditus*. »

MÉDECINE. — *Observations helminthologiques et recherches expérimentales sur la maladie des ouvriers du Saint-Gothard.* Note de M. É. **Perroncito**, présentée par M. Bouley.

« Dans une précédente Communication, faite en commun avec le professeur Concato ([1]), nous avons appelé l'attention sur les causes de l'anémie pernicieuse qui fait tant de victimes parmi les ouvriers occupés au percement du tunnel du Saint-Gothard. Nous avons signalé à cette époque la présence, dans l'intestin des malades, de l'helminthe habituellement connu sous le nom d'*anchylostome*, et qui doit porter le nom de *Dochmius duodenalis*.

» De nouvelles observations, plus nombreuses et plus précises, me permettent aujourd'hui d'affirmer la nature essentiellement parasitaire de la maladie. De plus, elles m'autorisent à déclarer que celle-ci est sous la dépendance de trois espèces différentes d'helminthes, le *Dochmius duodenalis* de Dubini, l'*Anguillula stercoralis* et l'*Anguillula intestinalis* de Bavay. Chez certains individus, les anchylostomes existent seuls ou en grande majorité; chez d'autres, au contraire, ce sont les anguillules qui prédominent ou se rencontrent exclusivement, bien qu'il ne soit pas toujours possible d'établir nettement le diagnostic différentiel entre ces deux variétés d'infection.

» Mes assertions reposent essentiellement sur ces faits, à savoir : 1° que certains sujets éliminent principalement des œufs qui offrent tous les caractères de ceux des anchylostomes, et qui, après incubation, donnent naissance à des larves appartenant à cette espèce; 2° que, chez d'autres malades, les déjections contiennent un plus ou moins grand nombre d'œufs présentant les caractères anatomiques et l'éclosion très irrégulière des œufs d'anchylostomes, mais produisant des larves très nettement distinctes des premières par leurs caractères et par leurs mœurs, et que je déclare appartenir à l'espèce *Anguillula intestinalis* de Bavay. En outre, chez les sujets spécialement porteurs d'anguillules, j'ai fréquemment trouvé, dans les

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 15 mars 1880.

fèces récemment évacuées, parmi un nombre plus ou moins considérable d'œufs, des larves assez abondantes, s'agitant en tous sens, et présentant tous les caractères anatomiques de l'*Anguillula stercoralis* de Bavay.

» J'ai tenté l'éducation des larves de ces trois espèces dans des conditions particulières, et j'ai pu observer ainsi les diverses phases de leur vie à l'état libre. Il résulte de ces recherches que l'embryon du *Dochmius duodenalis* devient larve adulte sans subir aucune mue, mais en présentant une transformation remarquable du pharynx. De plus (et c'est là sans doute un fait d'une très grande valeur), la dernière phase du développement des larves à l'état de liberté est caractérisée par l'*encapsulement,* c'est-à-dire par la formation d'une sorte de capsule chitinoïde transparente, sécrétée par le tégument et enveloppant la larve d'une manière plus ou moins étroite. Cette capsule s'imprègne de sels calcaires et devient généralement rigide. Cette phase marque évidemment le degré ultime du développement de la larve en dehors du corps humain ; elle paraît correspondre à la phase d'enkystement des vers à transmigrations et, comme dans ce dernier cas, la larve doit infailliblement mourir si elle n'est introduite dans l'organisme de l'hôte qui lui convient. J'ai constaté en outre que ces larves peuvent, après leur encapsulement, résister à la dessiccation pendant vingt-quatre heures au moins; cette résistance démontre qu'elles sont susceptibles d'être transportées à distance par le vent, en vertu de leur ténuité, avec les poussières en suspension dans l'air, et d'infecter ainsi des localités jusqu'alors saines. Enfin, ces larves encapsulées vivent très activement dans les eaux, et l'on conçoit facilement qu'elles puissent ainsi produire l'infection, même à des distances considérables s'il s'agit d'eaux courantes.

» Les larves de l'*Anguillula intestinalis* s'entourent également d'une capsule, quoique celle-ci soit très difficile à percevoir, mais leur mode de vie est assez différent de celui des larves d'anchylostomes. Tandis que ces dernières, en effet, *avant leur encapsulement,* ne peuvent pas vivre dans les substances liquides, celles de l'anguillule, au contraire, meurent rapidement en dehors de l'eau. La mort se révèle, comme dans les larves de l'anchylostome, par une dégénérescence granulo-graisseuse des tissus, donnant assez bien l'apparence de la mue que certains auteurs ont supposée ou décrite précisément pour celles-ci. Quant aux larves de l'*Anguillula intestinalis,* elles sont émises, comme je l'ai dit, avec les fèces, à différents degrés de développement, parfois même encapsulées.

» J'ai soumis les trois espèces de larves à l'action d'une température

graduelle, au moyen de la table de Schultze, et j'ai pu constater, dans de nombreux essais, qu'elles meurent constamment à 50° C., et dans un laps de temps qui ne dépasse jamais cinq minutes. J'ai également expérimenté, sur les larves du *Dochmius duodenalis* et de l'*Anguillula intestinalis*, l'action de différentes substances médicamenteuses. Ces différentes recherches conduisent à entrevoir la possibilité d'établir la prophylaxie et même le traitement curatif de la grave maladie qui nous occupe.

» En résumé, il est constant que tous les individus revenus du tunnel du Saint-Gothard sous le coup de l'anémie ou oligoémie pernicieuse (et ils sont déjà nombreux) sont porteurs d'un nombre tellement considérable d'anchylostomes et d'anguillules, que la présence seule de ces vers suffit à expliquer le développement de l'anémie. J'ajouterai que l'apparition de cette anémie pernicieuse, dans les conditions dont il s'agit, n'est pas un fait isolé. Le Dr Giaccone, actuellement médecin de la compagnie du Saint-Gothard, affirme qu'une maladie identique s'était déjà développée pendant le percement du tunnel de Fréjus.

» Il s'agit donc d'une question qu'on peut à bon droit qualifier d'internationale, et qui mérite la plus sérieuse attention. »

M. **Chasles** présente à l'Académie, de la part de M. le prince Boncompagni, un fascicule in-4° comprenant la reproduction en *fac-simile* de cinq Lettres de Mlle Sophie Germain à C.-F. Gauss; les trois premières des 24 novembre 1804, 21 juillet et 16 novembre 1805, portent la signature *Le Blanc*, et les deux autres, des 20 février et 27 juin 1807, celle de *Sophie Germain*.

Ces Lettres sont reproduites d'après les originaux que possède la Société royale des Sciences de Göttingue (Berlin, 1880).

M. **d'Abbadie** présente à l'Académie le travail publié l'an dernier au Japon par M. E. Knipping sur les cyclones de 1878 dans les mers de la Chine. M. d'Abbadie ajoute que ce résumé, fait sans parti pris, mérite d'être consulté. Le cyclone du 19 septembre parcourut une ligne brisée, et sa vitesse de translation varia de 4^{km} à 46^{km} par heure. Celle du vent atteignit, par intervalles, jusqu'à 52^{km}. La moindre hauteur observée du baromètre fut de 711^{mm}, ou un peu plus que les 708^{mm} constatés par M. Bouquet de la Grye, dans une autre occasion. Le parcours total du météore dépassa 3000^{km}, et dans ce trajet la pluie tombée fournit

une quantité d'eau que M. Knipping évalue en millions de tonnes. Comme cause ou effet des cyclones, cette averse prodigieuse doit entrer en ligne de compte chez tous les savants qui aborderont la théorie de ces grands phénomènes.

M. Max. Cornu demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un Mémoire sur lequel il n'a pas été fait de Rapport.

M. Schlœtel adresse une Note « Sur une théorie cosmogonique ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 mai 1880.

(suite.)

Ouvrages adressés aux Concours de 1880.

Concours Montyon (Médecine et Chirurgie). — *Des paralysies corticales du membre supérieur. Monoplégies brachiales; par le* Dr G. Decaisne. Paris, J.-B. Baillière, 1879; in-8°.

La fumée du tabac. Recherches chimiques et physiologiques; par M. G. Le Bon. Paris, Asselin, 1880; in-8°.

Note sur l'angine de poitrine. — Sur un cas de sclérodermie. — Sur une corrélation pathogénique entre les maladies du cœur et l'hystérie chez l'homme. — Action rapidement favorable de l'eau froide (draps mouillés) dans un cas de fièvre typhoïde, etc. — Relation d'une petite épidémie d'hystérie observée à Bordeaux dans une école de jeunes filles. — Note sur un cas de catalepsie chez une hystérique, etc; par le Dr Armaingaud. Paris, V. A. Delahaye, 1880; 6 br. in-8°.

Recherches comparatives sur l'exhalation de l'acide carbonique dans les poumons et sur les variations de cette fonction. — Absorption de l'oxyde de carbone par l'organisme vivant. — Sur le mode d'élimination de l'oxyde de carbone par les poumons; par M. Gréhant. Paris, Masson, 1874-1880; 3 br. in-8°.

Les parasites et les maladies parasitaires; par P. MÉGNIN. Paris, G. Masson, 1880; 1 vol. in-8°, avec Atlas.

Recherches sur la circulation du sang dans les poumons. — Expériences sur la circulation du sang dans les organes isolés. — Notice sur l'absorption des alcaloïdes; par M. le Dr P. HEGER. Bruxelles, H. Manceaux, 1873-1880; 3 br. in-8°.

PRIX BRÉANT. — *Traité des maladies épidémiques; par* LÉON COLIN. Paris, J.-B. Baillière, 1879; in-8°.

PRIX THORE. — *Notice sur la cause du verdissement des huîtres; par* M. PUYSÉGUR. Paris, Berger-Levrault, 1880; br. in-8°.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU. — *Mémoires de la Société académique indo-chinoise de Paris*. T. II : *L'ouverture du fleuve Rouge au commerce et les événements du Tong-kin* (1872-1873). *Journal de voyage et d'expédition de J. Dupuis*. Paris, Challamel aîné, 1879; in-4°. Avec documents divers.

PRIX BORDIN. — *Description géologique des environs d'Aix en Provence; par* L. COLLOT. Montpellier, typ. Grollier, 1880; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 26 avril 1880.)

Page 996, ligne 7 en remontant, *au lieu de* croît, *lisez* décroît.

» ligne 2 en remontant, *au lieu de* constantes, *lisez* croissantes.

Page 997, ligne 16, *au lieu de* décroît avec la température, *lisez* décroît quand la température augmente.

(Séance du 31 mai 1880.)

Page 1266, ligne 4 en remontant, *au lieu de* 3363, *lisez* 2363.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 JUIN 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la papaïne. Contribution à l'histoire des ferments solubles;* par M. **Ad. Wurtz.**

« Je dois à l'obligeance de M. le Dr Bouchut d'avoir pu instituer quelques expériences chimiques sur le ferment soluble du suc du *Carica papaya,* ferment dont nous avons indiqué les principaux caractères dans une Note publiée en commun (*Comptes rendus,* t. LXXXIX, p. 425).

» La facilité relative avec laquelle on peut se procurer ce ferment m'a engagé à entreprendre quelques recherches sur sa composition et sur son mode d'action. Je présente aujourd'hui à l'Académie la première partie de ces recherches.

» Nous avons fait connaître, M. le Dr Bouchut et moi, que le suc laiteux de *Carica papaya* subit, après son écoulement par incisions pratiquées soit dans le tronc, soit dans les fruits verts, une sorte de coagulation, se séparant en un liquide aqueux et en une pulpe blanche dont le volume peut égaler et même dépasser celui du suc aqueux. Le liquide, précipité par l'alcool, fournit le ferment que nous avons nommé *papaïne;* la pulpe peut en donner elle-même, car par une longue digestion avec l'eau elle se dissout, probablement en s'hydratant, et la solution concentrée et pré-

cipitée par l'alcool fournit un ferment digestif. Cela a été prouvé par des expériences répétées. Ainsi, 125^{gr} de suc de papaya obtenu par incision du fruit vert ont été filtrés, et le résidu a été exprimé ; la solution précipitée par l'alcool a fourni $0^{gr},89$ d'une papaïne très riche en cendres et renfermant, déduction faite de ces cendres :

C...........	45,62
H...........	6,72

» La pulpe exprimée a été broyée dans un mortier avec 125^{gr} d'eau et jetée sur un filtre au bout de vingt-quatre heures ; ce qui est resté sur le filtre a été broyé de nouveau avec 90^{gr} d'eau. La première et la deuxième eau de lavage, concentrées dans le vide avec addition de quelques gouttes d'acide prussique, ont fourni $2^{gr},3$ de papaïne. Après ces deux lavages, la pulpe, déjà très réduite, a été soumise à deux nouveaux lavages avec de l'eau (142^{cc}, puis 150^{cc}), et les eaux, réunies et concentrées dans le vide, ont encore fourni $1^{gr},1$ de papaïne, c'est-à-dire une proportion plus forte que le suc aqueux primitif. Cette papaïne, qui digérait énergiquement la fibrine, renfermait, déduction faite des cendres :

C...........	49,77
H...........	7,21

Elle présentait donc une composition différente de celle du ferment primitivement dissous dans le suc.

» Après ces quatre lavages, le résidu blanc pulpeux, peu abondant, a été de nouveau digéré avec 50^{cc} d'eau, et l'eau de lavage a été mise en digestion avec 10^{gr} de fibrine humide. Au bout de deux jours il ne restait que 8^{gr} de fibrine, et la liqueur, filtrée, précipitait légèrement par l'acide nitrique : la cinquième eau de lavage renfermait donc encore une petite quantité de ferment. Après ces cinq lavages il n'est resté que 5^{gr} de pulpe humide, représentant $0^{gr},564$ de matière sèche. $2^{gr},5$ de cette pulpe, mis en digestion avec 10^{gr} de fibrine humide à 50°, n'ont laissé, au bout de deux jours, que 6^{gr} de fibrine humide, et la liqueur filtrée précipitait abondamment par l'acide nitrique.

» Dans une autre opération, on a délayé dans l'eau 100^{gr} de suc obtenu par l'incision du fruit et formant une pulpe épaisse que l'on a lavée à trois reprises avec de l'eau. On a réuni les eaux de lavage à la liqueur première, on a concentré le tout dans le vide et l'on a précipité par l'alcool. La papaïne (I), très blanche, ainsi obtenue a été analysée. D'un autre côté, la pulpe

qui était restée sur le filtre a été délayée dans une grande quantité d'eau. Après filtration, la liqueur, concentrée dans le vide, a fourni une nouvelle quantité de papaïne (II) qui renfermait, comme dans le cas précédent, une plus forte proportion de carbone ([1]).

			Déduction faite des cendres.	
	I.	II.	I.	II.
Carbone	42,21	44,18	46,90	48,55
Hydrogène	6,28	6,28	6,99	6,90
Cendres	10,00	9,00	»	»

» Il est donc démontré que la pulpe, débarrassée par les lavages du ferment soluble qui pouvait y adhérer, fournit encore, par l'action de l'eau pure, un ferment capable de digérer la fibrine.

» Rappelons ici que le ferment gastrique paraît être contenu sous forme insoluble dans les glandes pepsinifères, car celles-ci ne le cèdent pas à l'eau pure.

» Les analyses que je viens de citer montrent que le ferment soluble du *Carica papaya*, tel qu'on peut l'obtenir en précipitant par l'alcool la solution aqueuse qui le renferme, ne présente pas une composition constante.

» Les nombreuses analyses de papaïne brute que nous avons faites ont donné, en effet, des résultats assez divergents en ce qui concerne la proportion de carbone et d'azote, le carbone ayant varié entre 46 et 53 pour 100 et l'azote entre 14 et 18 pour 100, déduction faite des cendres. La proportion de ces dernières varie de même; généralement elle est forte et s'élève de 4 à 10 pour 100, et même davantage : une fois elle a atteint 20 pour 100. On s'est assuré que ces cendres étaient formées en majeure partie de phosphate de chaux. Elles cèdent à l'eau des sels solubles. On y a signalé de l'acide sulfurique et une petite quantité de potasse.

» Il résulte de ce qui précède que l'alcool précipite du suc de papaya frais ou digéré avec de l'eau un principe de composition variable, ce qui ne paraît point surprenant, le ferment pouvant être mêlé avec d'autres principes amorphes, notamment avec des matières albuminoïdes modifiées par son action, c'est-à-dire des peptones. Ces dernières étant plus dialysables que le ferment lui-même, on pouvait espérer que celui-ci se con-

([1]) Les analyses de pulpe épuisée par l'eau, l'alcool et l'éther ont donné des résultats variables. Ce résidu renferme encore de l'azote.

centrerait sur le dialyseur. L'expérience a prouvé, en effet, que le résidu de la dialyse fournit un ferment plus riche en carbone et ne renfermant plus que de 1 à 3 ou 4 pour 100 de cendres. Voici quelques analyses du ferment ainsi purifié; on fait remarquer que le précipité blanc obtenu par l'alcool a été épuisé par l'éther, puis séché dans le vide à 75° :

Papaïne purifiée par dialyse, déduction faite des cendres.

Carbone	50,77	51,80	50,70	52,77
Hydrogène	7,23	6,71	7,00	7,47
Azote	»	»	»	15,17

» Ces analyses montrent que le produit purifié par dialyse se rapproche par sa composition des matières albuminoïdes elles-mêmes, et cette analogie est fortifiée par ce fait que la papaïne renferme une assez forte proportion de soufre. Dans deux échantillons, on a trouvé pour 100 (1) :

	I.	II.
Soufre	2,61	2,2

» Les analyses précédentes offrent trop de divergences pour qu'on puisse en conclure que le produit est défini et homogène. On a donc été conduit à tenter un autre mode de purification. L'albumine et les peptones étant précipitées par le sous-acétate de plomb, on pouvait espérer les séparer à l'aide de ce réactif, qui précipite incomplètement les solutions de papaïne brute. On a donc ajouté à une telle solution, avec précaution, du sous-acétate de plomb, jusqu'à ce qu'une portion filtrée ne donnât plus de précipité; on a séparé ce dernier, et l'on a dirigé un courant de gaz hydrogène sulfuré dans la liqueur filtrée. Celle-ci s'est colorée en noir, mais le sulfure de plomb ne s'est point précipité en flocons. Pour le séparer, on a concentré la liqueur dans le vide, et l'on y a ajouté de l'alcool goutte à goutte, de façon à entraîner le sulfure de plomb par les premières portions de papaïne précipitées. Le dépôt ayant été séparé par le filtre, la liqueur claire a fourni par l'alcool un précipité blanc de papaïne. Deux opérations faites sur de la papaïne brute de provenance différente ont fourni des échantillons de papaïne purifiée qui, après épuisement par l'éther et dessiccation à 75° dans le vide, renfermaient :

(1) On a opéré sur des produits qui avaient été soumis à une longue dialyse et qui ne devaient plus retenir de sulfates. Néanmoins les chiffres obtenus demandent à être contrôlés.

Papaïne purifiée par le sous-acétate de plomb (*déduction faite des cendres*) (¹).

	I.	II.	III.
Carbone	52,36	52,19	52, 9
Hydrogène	7,37	7,12	»
Azote	16,94	16,40	16,44
Cendres	2,60	4,22	3,40

» Un troisième échantillon renfermait 1 pour 100 de carbone de moins. Soumis à la dialyse pendant vingt-quatre heures, il a fourni les nombres inscrits sous le n° III.

» Ajoutons que 0gr,1 de l'échantillon III a digéré énergiquement 5gr de fibrine humide, même après avoir été chauffé à 105°.

» Les analyses précédentes démontrent que le ferment digestif du *Carica papaya*, que nous avons nommé *papaïne*, M. Bouchut et moi, possède la composition d'une matière albuminoïde. Aux caractères que nous avons attribués à cette substance j'ajouterai les suivants, qui se rapportent à la papaïne purifiée par le sous-acétate de plomb.

» Elle est très soluble dans l'eau et peut se dissoudre dans moins de son propre poids de ce liquide, à la manière de la gomme. La solution, même étendue, forme par l'agitation une mousse abondante. La papaïne brute, redissoute dans l'eau, laisse quelquefois un résidu blanc insoluble.

» La solution de papaïne se trouble par l'ébullition sans se coaguler à la manière de l'albumine. Abandonnée à elle-même pendant quelques jours, elle se trouble pareillement, et si on l'examine alors au microscope on la trouve remplie de vibrions et de bâtonnets.

» Elle précipite abondamment par l'acide chlorhydrique, et le précipité se dissout facilement dans un excès d'acide.

» L'acide nitrique, ajouté en petite quantité, précipite des flocons épais, jaunâtres, qui se dissolvent dans un excès d'acide.

» Les acides phosphorique ordinaire et acétique ne la précipitent pas; l'acide métaphosphorique donne un précipité abondant.

» Le prussiate de potasse additionné d'acide acétique donne un précipité.

» Le sublimé corrosif ne précipite pas immédiatement la solution de papaïne pure ou ne donne qu'un léger trouble. A la longue, le trouble

(¹) On n'a pas dosé le soufre, l'hydrogène sulfuré étant intervenu dans la préparation.

devient plus apparent; à l'ébullition, il se forme un précipité floconneux abondant.

» Le sous-acétate plombique ne la précipite pas ou ne donne qu'un léger trouble, soluble dans un excès de réactif. La liqueur, additionnée d'un excès de potasse et chauffée, se colore en noir, par suite de la formation du sulfure de plomb.

» Le sulfate de cuivre donne un précipité violacé qui devient bleu à l'ébullition et qui se dissout dans la potasse avec une belle couleur bleue.

» Le chlorure de platine donne un précipité abondant. Il en est de même de l'acide tannique.

» L'acide picrique donne un abondant précipité insoluble dans un excès de réactif.

» Le réactif de Millon donne un abondant précipité blanc jaunâtre, qui devient rouge brique lorsqu'on chauffe légèrement.

» Ces caractères, on le voit, sont ceux des matières albuminoïdes avec quelques variantes, notamment en ce qui concerne le sublimé corrosif et le sous-acétate de plomb.

» Par son action sur les matières albuminoïdes, la papaïne se rapproche du ferment pancréatique nommé *trypsine* par M. Kühne, qui en a fait une étude attentive. A la différence de la pepsine, la trypsine paraît se rapprocher des matières albuminoïdes; son action sur ces dernières semble être plus énergique que celle de la papaïne. Celle-ci dissout rapidement de grandes quantités de fibrine, même en liqueur neutre; mais, pour que la liqueur ne précipite plus par l'acide nitrique, il faut faire intervenir une quantité relativement assez forte de papaïne, par exemple $0^{gr},3$ pour 10^{gr} de fibrine humide, et prolonger la digestion à 50° pendant deux fois vingt-quatre heures. Dans ce cas, il ne reste qu'un résidu insignifiant de dyspeptone très riche en matières minérales, et la solution filtrée ne forme avec l'acide nitrique qu'un trouble insignifiant, qui peut être dû à la présence de l'excès de ferment. Au reste, dans toutes ces digestions, indépendamment des corps précipitables par l'acide nitrique et par l'alcool, il se forme une certaine quantité de peptones plus hydratées, qui sont solubles dans l'alcool ordinaire, surtout à chaud.

» La rapidité avec laquelle les solutions de papaïne se remplissent de microbes m'a engagé à rechercher si ces derniers n'interviennent pas dans la liquéfaction rapide de la fibrine par ce ferment. Il n'en est rien. La dissolution de la fibrine par la papaïne a lieu en présence de l'acide prus-

sique, de l'acide borique, de l'acide phénique même, c'est-à-dire dans des conditions qui excluent la formation des microbes.

» En terminant, j'ajoute que j'ai retiré du suc de *Carica papaya* une matière grasse saponifiable et un principe azoté cristallisable en mamelons blancs, qui reste en dissolution dans la liqueur d'où la papaïne brute a été précipitée. J'y reviendrai prochainement. »

GÉOLOGIE. — *Histoire géologique du canal de la Manche;* par M. **Hébert**. (IIe Partie.)

« L'Académie voudra bien remarquer que, dans ce que j'ai eu l'honneur d'exposer précédemment, je me suis servi, pour apprécier le relief de la région que j'étudie, d'un procédé des plus sûrs : l'observation des nivellements successifs qui ont été opérés dans ces contrées par la mer elle-même. Nous savons en effet que, lorsque nous rencontrons une alternance de minces couches marines avec des couches saumâtres ou d'eau douce, en stratification régulière et concordante, la surface sur laquelle se formaient ces dépôts était sensiblement au niveau de la mer.

» Cette alternance, que nous avons déjà signalée pendant l'éocène inférieur et à l'époque du calcaire grossier supérieur, se retrouve à la fin des sables de Beauchamp, lesquels terminent l'éocène moyen. Ces sables, essentiellement marins dans la presque totalité de leur épaisseur, ont été déposés dans un golfe dont la forme était à peu près la même que celle du golfe du calcaire grossier inférieur (*fig.* 2, ligne ------, *ante*, p. 1323), mais dont l'étendue était un peu moindre. Le pourtour en est nettement marqué par une ligne de dunes ou par un cordon littoral de galets roulés, de roches perforées, etc.

» Sans aucun doute, ce golfe communiquait avec le bassin du Hampshire, où la même faune se retrouve, et probablement aussi avec le bassin de la Loire inférieure. Communiquait-il avec la mer du Nord? Cela est très probable, en raison des affinités de la faune des sables de Beauchamp avec celle du calcaire grossier, dont la patrie était la mer du Nord. Mais, pour que cette question soit résolue d'une façon certaine, il est nécessaire que les dépôts signalés en Belgique comme étant de la même époque soient mieux connus dans leur faune.

» L'éocène moyen a été suivi, pour l'Europe septentrionale, d'un exhaussement qui a transformé le bassin anglo-parisien en lacs ou en lagunes; c'est

l'époque de l'éocène supérieur. Dans mon opinion, aucune trace de dépôts de cette époque, caractérisée par la faune paléothérienne du gypse, n'existe au nord du bassin, à partir du seuil des Flandres, du Boulonnais et des Wealds; mais la partie centrale de la Manche était restée une dépression où, comme dans le bassin de Paris, se sont formés des lacs ou des lagunes.

» Ici, comme à l'époque des lignites, ces lagunes de l'éocène supérieur étaient presque au niveau de la mer, car celle-ci y a pénétré à plusieurs reprises pour y déposer de minces couches marines, les marnes à *Pholadoniya ludensis*, et d'autres couches avec lucines, cérites, etc. La différence que présentent ces dépôts dans l'île de Wight d'une part et à Paris de l'autre pourrait faire supposer que la première localité communiquait avec l'Atlantique, la seconde avec la mer du Nord.

» Quoi qu'il en soit, un affaissement notable à l'ouest a déterminé la rentrée de la mer du Nord, non seulement dans le bassin de Paris, mais sur une grande partie de la Belgique, sur la Westphalie, le Hanovre septentrional et la Prusse. Contournant le Hartz et les montagnes hercyniennes, cette mer a pénétré par un long canal jusqu'à la vallée du Rhin à Mayence, et s'est étendue dans cette dépression qui existait depuis longtemps déjà depuis Bingen jusqu'au pied du Jura, au delà de Bâle (¹).

» La communication du bassin de Paris avec le bassin du Hampshire est démontrée pour cette époque; il y avait là un petit golfe (*fig.* 2, ..., *ante*, p. 1323), et très probablement le Cotentin était une lagune dépendant de ce golfe. L'extension à l'ouest est plus incertaine : j'ai indiqué cette incertitude par un prolongement en ligne ponctuée à points plus espacés. Sans aucun doute, la partie occidentale de la Manche restait, à ce moment, une dépression peu élevée au-dessus du niveau de la mer, une sorte de seuil précédant l'Atlantique, où nous retrouvons la faune des sables de Fontainebleau dans un petit fiord qui s'étendait du sud au nord, de Nantes à Rennes.

» Ainsi, pendant le dépôt des sables de Fontainebleau, comme pendant les époques précédentes de la période tertiaire, la Manche restait une dépression à pentes peu inclinées et sans falaises entre l'Atlantique et la mer du Nord. De l'Atlantique au Pas-de-Calais, cette dépression occupait sensiblement l'emplacement actuel de la Manche; mais, au lieu du détroit, la saillie crayeuse qui s'étendait du Boulonnais à Brighton et à Londres continuait à s'opposer à la communication directe.

(¹) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2ᵉ série, t. XII, p. 760; 1855.

» Quelle qu'ait été la profondeur des eaux dans le bassin de Paris pendant le dépôt des sables de Fontainebleau, qui s'y sont accumulés sur une épaisseur de plus de 70^{m} quelquefois, nous constatons à la partie supérieure de ces sables cette alternance de petites couches marines et d'eau douce qui indique qu'à ce moment le fond de la dépression se trouvait de nouveau au niveau de la mer.

» Pendant cette série de dépôts qui comblaient le fond du bassin, celui-ci s'affaissait peu à peu et se trouvait encore au niveau de la mer, bien que des couches solides comme celles du calcaire grossier ou meubles comme les sables de Beauchamp et de Fontainebleau, d'une épaisseur totale de plus de 100^{m}, se fussent accumulées les unes sur les autres.

» Or, aujourd'hui, la couche déposée alors au niveau de la mer se trouve, aux environs de Paris, à 160^{m} d'altitude; elle s'abaisse au sud : elle n'est plus qu'à 120^{m} à Étampes, à 125^{m} à Fontainebleau; mais elle s'élève considérablement au nord, car elle atteint 250^{m} dans la forêt de Villers-Cotterets. Toutes ces hauteurs ne sont que les témoins de la nappe horizontale de sable qui formait alors le fond uni de la dépression parisienne, et qu'un léger mouvement ascensionnel a transformé en lac : le lac du calcaire de Beauce et des meulières de Meudon et de Montmorency. Ce lac a commencé par être au niveau de la mer, puisque ses premiers dépôts alternent avec les derniers sédiments marins. Sans aucun doute, il n'y a eu à cette époque aucun changement considérable dans le relief du nord de la France. On pourrait seulement légitimement supposer que le sol s'est un peu affaissé vers le sud-est, ce qui expliquerait la plus grande épaisseur du calcaire lacustre dans cette direction. Mais le soulèvement qui a porté ces couches, dans le nord, à des hauteurs qui dépassent leur niveau actuel en Touraine de 150^{m} au moins, est un phénomène postérieur au calcaire de Beauce.

» Jusqu'à la fin du calcaire de Beauce, nous avons pu nous faire une idée générale, suffisamment nette, du relief du sol de la France septentrionale pendant toutes les époques de la période tertiaire, et nous avons établi que ce relief s'est toujours maintenu en rapport avec celui de la dépression de la Manche.

» A partir de ce moment, les moyens de contrôle nous échappent. Nous sommes souvent réduits à de simples conjectures, que nous émettrons plutôt pour appeler de nouvelles recherches que pour donner des solutions.

» Nous savons cependant encore d'une manière certaine que, par suite

d'un exhaussement du sol au nord-est et d'un affaissement au sud-ouest, la pente régulière du sol s'établit dans cette dernière direction : les calcaires de Beauce furent mis à sec au nord-est et plongèrent au sud-ouest sous les eaux de l'Atlantique, qui vinrent occuper d'une manière permanente la Touraine et y déposer les couches connues sous le nom de *faluns* (miocène moyen). Les rivages de cet ancien golfe sont marqués dans beaucoup de points. Ils sont aujourd'hui environ à 100^{m} au-dessus du niveau actuel de la mer.

» Le plongement régulier du calcaire de Beauce d'Étampes à Tours est loin de suffire pour expliquer le relèvement de ces couches à plus de 250^{m} à Villers-Cotterets ; ce relèvement est donc dû à un phénomène distinct et postérieur.

» On doit donc séparer le mouvement général d'exhaussement qui a émergé toute l'Europe septentrionale après l'époque des sables de Fontainebleau et qui, plus accentué encore après le calcaire de Beauce, a fait pénétrer l'océan Atlantique en Touraine par la vallée de la Loire; on doit séparer, dis-je, ce mouvement général du soulèvement qui a donné à certaines parties septentrionales du bassin de Paris un relief exceptionnel.

» Ce qui paraît certain, c'est que la mer des faluns de Touraine n'a recouvert aucune partie de l'Europe septentrionale et qu'elle n'a point occupé la dépression de la Manche, où elle n'a laissé aucune trace de sa présence. La mer pliocène, au contraire, a recouvert une partie du Cotentin, et là ses dépôts sont restés à peu près au niveau de la mer; on sait d'ailleurs qu'elle occupait l'emplacement actuel de la mer du Nord, qu'elle dépassait même à l'ouest, en s'étendant sur une partie des comtés d'York, Norfolk, Suffolk et Essex, et à l'est, sur la région d'Anvers.

» Le golfe pliocène du Cotentin était-il une dépendance de la mer du Nord, ou appartenait-il à l'océan Atlantique? Cette dernière hypothèse semble peu probable, puisque jusqu'ici on n'a encore signalé aucun lambeau pliocène marin sur les côtes de l'Atlantique, ni en Bretagne, ni dans l'Aquitaine. Toutefois, je me borne à poser la question.

» Entre l'époque du calcaire de Beauce, fin du miocène inférieur, et celle des marnes pliocènes du Cotentin, pendant toute la durée du miocène moyen et du miocène supérieur, le relief de la France septentrionale a pu subir d'importantes modifications. Le relèvement vers le nord du calcaire de Beauce et de toutes les assises qui le supportent, relèvement bien constaté au commencement du miocène moyen, a dû se faire sentir sur le versant méridional de la vallée de la Manche, dont les assises plongèrent

alors vers le sud, et, comme ce relèvement ne paraît pas avoir affecté au même degré les côtes de l'Angleterre, il en résulterait que la partie centrale de la dépression a dû, à cette époque, se soulever, former un bombement anticlinal et peut-être se fissurer de manière à présenter à la mer, lors de sa rentrée, un passage à bords escarpés, sans doute très peu élevés, mais sur lesquels l'action des eaux a pu s'exercer avec plus d'énergie (¹). Mais il est inutile de pousser plus loin cette hypothèse. J'abandonne donc, comme un sujet qui m'est complètement inconnu, l'histoire du relief de la Manche pendant les temps qui se sont écoulés entre le miocène inférieur et la période quaternaire, par laquelle je terminerai ces observations.

» Ici nous rencontrons quelques faits intéressants.

» Le soulèvement principal, qui a porté les couches tertiaires à de si grandes hauteurs et que nous avons distingué de l'exhaussement général du sol, a paru à plusieurs géologues, parmi lesquels d'Omalius d'Halloy et Élie de Beaumont (²), être en rapport avec les éruptions volcaniques des bords du Rhin. Or, ces éruptions sont quaternaires.

» C'est également à la période quaternaire que d'Archiac (³) attribue l'ouverture du détroit de Calais.

» Je n'ai aucune raison pour ne pas adopter ces deux opinions, au moins d'une manière générale. Je considère même comme parfaitement fondée l'idée de d'Archiac que, pendant une partie de la période quaternaire, les îles Britanniques continuaient à être rattachées au continent européen, d'où leur sont venus ces nombreux troupeaux de mammouths et de rhinocéros dont les débris abondent en Angleterre.

» D'Archiac suppose que l'ouverture de l'isthme est due à une rupture violente. Faut-il voir dans les phénomènes volcaniques de la région rhénane la cause ou du moins un fait concomitant de cette rupture et en même temps du soulèvement si considérable du nord de la France? Je ne vois rien qui s'y oppose, et certainement, dans ce cas, on se rendra aisément compte de la formation de nos falaises si escarpées.

» On ne peut nier d'ailleurs que la période quaternaire n'ait été le théâtre de violentes secousses de l'écorce terrestre. Les volcans d'Auvergne

---

(¹) D'Archiac (*Histoire des progrès de la Géologie*, t. II, p. 635) a traité cette question d'une manière différente.

(²) *Notice sur les systèmes de montagnes*, p. 568.

(³) *Loc. cit.*, p. 127 et 170. — *Bulletin de la Société géologique de France*, t. X, p. 222; 1839.

comme ceux de l'Eifel datent du milieu de cette période. On peut donc légitimement voir dans ces phénomènes les effets des dislocations du genre de celles qui ont ouvert les défilés du Rhin, de la Meuse, du détroit de Calais, et de beaucoup d'autres accidents récents dans l'Europe occidentale.

» Pendant cette période quaternaire, l'hémisphère nord a été tout entier soumis à des oscillations d'une amplitude véritablement surprenante. Nous ne trouvons rien de comparable dans la période tertiaire, non seulement jusqu'à la fin du miocène inférieur dans notre Europe septentrionale, mais jusqu'à la fin des marnes pliocènes subapennines dans l'Europe méridionale. Partout on constate, pendant toute la durée des temps miocènes ou pliocènes, ces mouvements lents qui changent insensiblement et sans dislocation la distribution des terres et des eaux.

» Les phénomènes physiques et dynamiques de la période quaternaire constituent, et par leur énergie et par leur généralité, quelque chose de tout à fait anomal, qui vient brusquement changer la nature des mouvements du sol, jusque-là analogues, pour ainsi dire, à ceux de la nature actuelle, excepté dans quelques cas particuliers et locaux.

» Pour ces divers motifs, nous attribuerons à cette période l'ouverture du détroit de Calais et l'état final actuel des falaises de la Manche. »

ANTHROPOLOGIE. — *Craniologie des races nègres africaines. Races non dolichocéphales;* par M. A. DE QUATREFAGES.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, au nom de M. le Dr Hamy et au mien, ainsi qu'au nom des éditeurs, la neuvième livraison de nos *Crania Ethnica.* Cette livraison comprend la fin de la description craniologique des races nègres africaines, y compris les races Boschismane et Hottentote, ainsi que le commencement de nos études sur les races jaunes ou mongoliques. Je n'entretiendrai aujourd'hui l'Académie que d'un groupe de populations appartenant aux premières. Elle comprendra aisément les motifs qui me font insister sur un point relativement restreint de ce vaste sujet.

» On a universellement admis jusqu'à ce jour que tous les Nègres africains sont dolichocéphales, c'est-à-dire que leur indice céphalique est égal ou inférieur à 75,00. On avait bien rencontré quelques exceptions à cette règle; mais, à l'exception des deux crânes de Noubas décrits en 1866

par M. Ecker, on n'avait pas trouvé d'indice céphalique supérieur à 77,77, limite extrême de la sous-dolichocéphalie. Ces cas, du reste très rares, avaient été considérés comme de simples écarts individuels, analogues à ceux que présentent presque tous les autres caractères ethnologiques.

» Mais, en 1872, M. Hamy ayant eu l'occasion de calculer l'indice céphalique d'un Nègre de Fernand-Vaz, mesuré par M. Lartigue, trouva que cet indice s'élevait à 80,00. Il se souvint alors que M. du Chaillu avait rapporté de la même région un lot considérable de têtes osseuses que M. Richard Owen avait sommairement étudiées. M. Hamy reprit les chiffres publiés par le savant anglais, calcula les indices céphaliques et arriva à un résultat fort inattendu. Sur 93 crânes, 66 seulement étaient dolichocéphales, 14 étaient mésaticéphales, 11 sous-brachycéphales, avec des indices supérieurs à 80,00, mais inférieurs à 83,33; enfin 2 étaient de vrais brachycéphales, dont les indices montaient à 84,24.

» Une fois sur la voie, M. Hamy continua ses recherches et mit à profit tous les matériaux recueillis par les voyageurs français ou étrangers. Les résultats de cette étude, poursuivie pendant plusieurs années, peuvent être formulés dans les termes suivants : Bien loin que tous les Nègres d'Afrique soient dolichocéphales, il existe sur ce continent des populations diverses formant deux groupes distincts qui passent successivement de la sous-brachycéphalie à la mésaticéphalie et à la sous-dolichocéphalie pour aboutir à la véritable dolichocéphalie. En d'autres termes, le rapport du diamètre transverse au diamètre antéro-postérieur va en diminuant progressivement. Le calcul des indices moyens donne pour cette espèce de série décroissante les nombres 82,57; 77,29; 76,40 et 75,40. Ce raccourcissement de la tête coïncide d'ailleurs avec d'autres particularités caractéristiques du crâne et de la face; et l'on peut dès à présent partager cet ensemble de Nègres non dolichocéphales en trois ou quatre races distinctes.

» M. Hamy a donc ajouté un chapitre entièrement nouveau à l'histoire anthropologique de l'Afrique. Il nous a montré sur ce continent la répétition de faits parfaitement analogues à ceux que nous avons eu à signaler en décrivant les têtes osseuses des populations océaniennes. Tous ces résultats, dont l'importance est facile à comprendre, lui appartiennent d'ailleurs en propre. En en parlant aujourd'hui à l'Académie, je ne fais que remplir le rôle de rapporteur.

» Parmi ces races, caractérisées craniologiquement pour la première fois, la plus intéressante, à coup sûr, est celle des Négrilles. M. Hamy a donné ce nom à un ensemble de populations qui ont depuis longtemps

attiré l'attention par la petitesse de leur taille. Leurs tribus orientales, incomplètement connues des anciens, ont donné lieu à bien des exagérations et des fables; mais les découvertes modernes mettent hors de doute que les récits relatifs aux Pygmées d'Homère, d'Hésiode, d'Aristote, etc., avaient un fondement réel.

» Une de ces tribus, celle des Akkas, a spécialement attiré l'attention dans ces dernières années. Un compte rendu inexact de la description qu'en avait faite, pour la première fois, M. le Dr Schweinfürth, avait conduit quelques anthropologistes à penser que ces Akkas étaient la plus petite race humaine et que chez eux la colonne vertébrale ne présentait qu'une seule courbure à concavité antérieure, comme celle des singes. Des renseignements plus exacts et des photographies ramenèrent bientôt à des idées plus justes. On reconnut que ces petits Nègres sont tout aussi cambrés que les autres races humaines. Quant à leur taille, elle paraît se rapprocher beaucoup de celle des Mincopies des îles Andaman, mais reste supérieure à celle des Boschismans, chez lesquels la hauteur du corps descend peut-être jusqu'à 1^m, à coup sûr jusqu'à $1^m,14$.

» Malheureusement aucun crâne d'Akka n'est encore parvenu en Europe, et les mesures prises sur le vivant sont en fort petit nombre. En outre, presque toutes ont été recueillies sur de jeunes sujets. La moyenne de ces mensurations placerait ces Négrilles parmi les mésaticéphales. Mais ce résultat aurait pu être attribué à l'âge des individus. Heureusement M. Marno a pu observer une jeune femme de vingt à vingt-cinq ans, haute de $1^m,36$, dont l'indice s'élevait à 82,85 et qui, par conséquent, était fortement sous-brachycéphale. D'autre part, M. Schweinfürth, dont les notes et les descriptions détaillées ont malheureusement été perdues, attribue aux Akkas un crâne presque sphérique. Il est donc probable que cette race se rapproche de la brachycéphalie vraie, au moins autant que les Négrilles occidentaux dont nous allons parler.

» Les documents relatifs à ces derniers sont beaucoup plus complets. Un certain nombre de leurs crânes figurent aujourd'hui dans les collections de France et d'Angleterre à côté de têtes osseuses prises dans les mêmes contrées. En réunissant ces diverses données, M. Hamy a pu déterminer les caractères de la race dont il s'agit et apprécier jusqu'à un certain point le rôle qu'elle a joué dans la formation de quelques-unes des populations actuelles.

» Nulle part encore on n'a rencontré les Négrilles réunis en corps de nation quelque peu nombreuse. Ils sont disséminés au milieu des autres

Nègres ou tout au plus groupés en tribus qui paraissent être en voie d'extinction. Tel est, en particulier, le cas des Akoas, dont M. l'amiral Fleuriot de Langle a décrit un individu, âgé d'environ quarante ans et qui mesurait environ $1^m,35$-$1^m,40$.

» Ce savant marin avait un des premiers insisté sur la forme arrondie du crâne de ces individus, forme si différente de celle qui caractérise la tête ordinaire du Nègre. Un crâne masculin, recueilli par lui chez les Oroungous du cap Lopez, justifie pleinement cette appréciation. Ici l'indice s'élève à 83,63 et accuse par conséquent une véritable brachycéphalie. Ce crâne est d'ailleurs fort petit; sa capacité est de 1275^{cc} seulement. Vu d'en haut, il présente dans toute sa moitié postérieure une courbe presque régulièrement hémisphérique, dont les branches s'infléchissent et se rapprochent en avant pour circonscrire un front relativement assez large. Quand on le regarde de profil, on voit ce front s'élever presque verticalement, puis s'infléchir assez brusquement en dessinant une courbe surbaissée qui se continue jusque vers le milieu des pariétaux. Là elle s'infléchit rapidement, présente un léger ressaut à la hauteur de l'occipital et s'étend ensuite jusqu'au trou de même nom, en présentant quelques légères oscillations.

» La face est remarquable par la réduction de toutes ses dimensions, surtout de la hauteur. L'indice facial est seulement de 58,33, chiffre qui ne se rencontre guère que chez des individus dont l'évolution n'est pas achevée. Mais ici l'état de la dentition atteste que le sujet était bien adulte.

» Le squelette du nez est remarquablement réduit. Les os propres sont en partie soudés entre eux et avec les branches montantes du maxillaire supérieur. Ils sont à peine surélevés sur la ligne médiane, dessinent une courbe concave sur le profil et se prolongent seulement en bas en un mince crochet osseux. L'indice nasal (57,77) place ce Négrille parmi les platyrrhiniens les plus accusés. Terminons cette esquisse descriptive en disant que l'intermaxillaire est d'une brièveté extrême et que le prognathisme est peu considérable.

» Un crâne féminin, recueilli également par l'amiral Fleuriot de Langle, chez les M'Boulous, au fond de l'estuaire du Gabon, ressemble beaucoup au précédent. Il est seulement un peu plus allongé (indice céphalique 78,36).

» Cinq crânes de Cammas ou N'Kamis, provenant de l'embouchure du Fernand-Vaz et faisant partie des collections du Muséum ou de la Société d'Anthropologie, présentent des variations fort étendues. L'un d'eux, par

sa petitesse, par les contours généraux de la tête, par son indice céphalique, 81,92, rentre bien dans le groupe dont nous parlons. Toutefois le front est un peu moins vertical, et la voûte cranienne plus surbaissée. A la face, l'intermaxillaire a plus de hauteur, et surtout le nez s'est allongé et rétréci. L'indice nasal, 51,06, place ce sujet parmi les mésorrhiniens. Les autres crânes de même provenance passent progressivement aux Guinéens ou Nègres proprement dits.

Des faits analogues ont été découverts dans le bassin de l'Ogooué par nos courageux voyageurs, MM. de Brazza, Ballay et Marche. Le dernier nous apprend que la taille des Bongos ne dépasse pas $1^{m},50$ à $1^{m},52$ et que celle des N'Javis n'atteint pas $1^{m},60$. Il leur a trouvé en outre la tête globuleuse, la figure ronde et peu prognathe. MM. de Brazza et Ballay, en revenant de leur périlleuse expédition à l'intérieur, ont recueilli dans une île un squelette entier et quatre crânes bien conservés d'Adoumas.

» Des cinq têtes qui composent cette petite, mais bien précieuse collection, trois présentent les caractères nigritiques très franchement accusés. Les deux autres sont presque entièrement semblables à celle que l'amiral Fleuriot de Langle a rapportée du cap Lopez.

» Ainsi, dans toute cette région, M. Hamy a retrouvé des faits analogues à ceux qui ressortaient de l'étude faite par lui de la collection du Chaillu. Partout il a constaté qu'à l'élément Nègre classique s'ajoutait un autre élément ethnologique, caractérisé essentiellement par la petitesse de la taille et par un crâne sous-brachycéphale en moyenne, mais atteignant parfois la brachycéphalie. M. Hamy n'a pas manqué de rappeler à ce propos ce que nous avons vu chez les races nègres océaniennes. Là aussi, à côté d'une race grande et dolichocéphale, existe une race petite et sous-dolichocéphale. Quoiqu'il n'y ait pas identité craniologique entre les *Pygmées* de l'Afrique et ceux de l'extrême Orient, quoique les caractères extérieurs diffèrent, il est bien difficile de ne pas voir dans les Négrilles le terme correspondant anthropologique du Négrito, comme le Nègre classique est celui du Papou.

» En poursuivant ses études sur les Nègres non dolichocéphales, M. Hamy a retrouvé ce caractère chez des populations fort différentes des Négrilles; mais il y est moins accusé.

» Depuis longtemps les indigènes du Congo avaient été signalés comme se distinguant par l'ensemble de leur physionomie des Nègres proprement dits ou Guinéens. L'étude d'un crâne de cette région, faisant partie des collections du Muséum, justifie cette appréciation. L'indice céphalique

s'élève à 78,30. La capacité est de 1465^{cc}. La courbe antéro-postérieure, d'abord assez oblique, se relève à la bosse frontale médiane, qui est très accusée, s'infléchit de nouveau et se prolonge d'une manière régulière jusqu'à son extrémité. Les arcades surcillères, sans être aussi accusées que chez certains Papous, le sont sensiblement plus que chez les Guinéens. La face est large et massive. Les os du nez, presque exactement quadrilatères, forment une arête bien prononcée, indiquant un nez assez saillant; mais l'indice nasal s'élève à 58,82 et place par conséquent cet individu parmi les platyrrhiniens les plus accusés.

» Les autres crânes congos mesurés par divers observateurs sont loin d'être aussi bien caractérisés que celui-ci, et, en somme, l'indice moyen est de 75,40.

» M. Hamy réunit en une seule race les Noubas, les Fours, les Gallas, les Niam-Niam, etc. Il rattache à ce groupe oriental les Haoussas, placés à l'ouest du lac Tchad, bien qu'une population craniologiquement distincte se trouve placée entre eux.

» Comme je l'ai dit plus haut, la tête osseuse des Noubas a été décrite dès 1866, par M. Ecker, d'après deux exemplaires. Leur indice moyen est de 78,29. Le crâne n'offre rien de bien caractéristique dans sa conformation, mais il en est autrement de la face. En particulier, le prognathisme présente ici des particularités spéciales. Dès l'espace interorbitaire, le squelette facial se porte en avant et en bas. Mais un singulier mouvement de torsion ramène en bas et en arrière l'arcade maxillaire, en dilatant les malaires dont l'angle inférieur forme une sorte de bec au-dessous des pommettes.

» M. Hamy a retrouvé ce trait caractéristique dans trois crânes du Kordofan. Il est aussi bien marqué sur un crâne de Haoussa, qui est figuré dans notre atlas. Cette dernière tête présente d'ailleurs les autres caractères signalés par M. Ecker. Son indice céphalique s'élève même à 79,78. Tout justifie donc le rapprochement qu'a fait M. Hamy.

» Les Nègres Haoussas présentent en général un type élevé qui a frappé tous les voyageurs. Grâce aux photographies recueillies par M. de Lacaze-Duthiers à Alger, en 1862, sur des individus venus de Ségo, on peut suivre ce type jusque chez les Bambaras, sur les rives du Niger occidental. Il est probable que les caractères ostéologiques indiqués ci-dessus se retrouveront également, au moins dans une partie de cette population.

» Pour terminer ce résumé des études de M. Hamy, il me reste à dire quelques mots de la race Kanori, qui habite le Bournou et sépare, par con-

séquent, les Noubas des Haoussas. Celle-ci est représentée dans la collection du Muséum par un squelette complet, donné à notre établissement par M. le baron Larrey. Le crâne de cet individu est mésaticéphale, avec un indice de 76,40. Les contours en sont remarquablement arrondis. Toutes les saillies osseuses, toutes les aspérités sont comme émoussées. Seuls les arcs sourcillers dessinent un relief sensible au-dessous duquel le haut de la face s'enfonce quelque peu. Le nez est court et dilaté, si bien que l'indice nasal s'élève presque à 60,00. En même temps, l'intermaxillaire est très peu élevé, contrairement à ce qui existe chez les Haoussas. Quelques portraits de Nègres du Bournou, entre autres une photographie due encore à M. de Lacaze-Duthiers, présentent des traits qui concordent parfaitement avec les caractères que je viens d'indiquer.

» Malgré la brièveté forcée de ce résumé, l'Académie aura compris, j'espère, que les études de M. Hamy ont une importance sérieuse. L'auteur de ce travail a montré que l'absence de la dolichocéphalie caractérise en Afrique, non pas seulement quelques individus isolés, mais des populations entières, occupant des espaces considérables et dont quelques-unes s'étendent de l'est à l'ouest, à travers les quatre cinquièmes environ du continent. Il a suivi et précisé les manifestations diverses de ce caractère. Il a pu ainsi caractériser nettement des races jusque-là plus ou moins confondues. Il a donc fourni à ses successeurs un nouveau moyen d'analyse ethnique pour les races africaines. A ces divers titres, cet ensemble de recherches sera à coup sûr accueilli avec une juste faveur par tous les anthropologistes. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelles expériences sur la résistance des moutons algériens au sang de rate.* Note de M. **A. Chauveau**.

« Dans la séance du 23 juillet 1879, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie le résultat d'expériences sur le sang de rate dans lesquelles neuf moutons de provenance algérienne se sont montrés réfractaires à la maladie. J'ai indiqué, dans ma Communication, l'importance que ce fait présente soit au point de vue des applications pratiques qu'il est possible d'en faire en Économie rurale, soit pour l'étude générale de la prédisposition et de l'immunité en Pathologie; mais j'ai eu soin de réserver toute conclusion définitive sur ces points jusqu'au moment où de nouvelles expériences démontreraient qu'on se trouve en présence d'un fait général et non pas d'une simple particularité accidentelle. Ces nouvelles expériences ont

été faites. Le nombre en est aujourd'hui suffisant pour faire une preuve complète. Il est de mon devoir de les faire connaître.

» La première série de ces expériences complémentaires a été exécutée en France sur sept moutons de la province de Constantine, arrivés depuis peu de jours. Ces animaux furent inoculés à la lancette, à une oreille, par piqûres sous-épidermiques et sous-dermiques, avec de la matière charbonneuse provenant d'une rate desséchée dont la virulence était extrêmement active. Du reste, on inocula comparativement un mouton du pays (dauphinois), pour éprouver directement l'activité de la matière infectieuse.

» C'est le 24 septembre que l'inoculation fut pratiquée. Le 26, le sujet d'épreuve présentait une tuméfaction considérable des ganglions parotidien et pré-scapulaire du côté de l'inoculation. Il succomba au milieu de la nuit, ayant probablement encore une température élevée, car, cinq à six heures auparavant, la cavité du rectum marquait 42°,3. L'autopsie démontra que cet animal était bien mort du sang de rate.

» Quant aux sept sujets algériens, aucun d'eux ne prit le charbon après cette inoculation. Ils présentèrent seulement un peu d'élévation de température, avec tuméfaction extrêmement légère des ganglions parotidien et pré-scapulaire. Les symptômes observés offrirent la même bénignité à peu près sur tous les sujets, même sur cinq d'entre eux qui subirent une réinoculation, le 27 septembre, avec la pulpe du ganglion parotidien de l'animal témoin mort la veille. Un nouvel animal témoin, mouton du Lyonnais, en bonne santé, inoculé avec la même pulpe ganglionnaire, prit au contraire un sang de rate type et ne survécut que quatre jours et quelques heures à l'inoculation. La température rectale était exactement 39°,6, au moment précis de la mort sur ce dernier sujet.

» Une troisième inoculation comparative fut pratiquée sur les cinq derniers sujets dont il vient d'être question et sur quatre beaux moutons de provenance italienne : 1° un mouton toscan, noir; 2° une brebis toscane, noire; 3° un agneau blanc né de cette dernière; 4° un superbe mouton piémontais à oreilles pendantes. Un lapin fut ajouté à ce lot de moutons d'épreuve. Le 18 mars dernier, tous ces animaux furent inoculés de la même manière, par piqûres aux deux oreilles, avec la pulpe fraîche d'une rate de lapin extrêmement riche en bactéridies charbonneuses. Les résultats de l'inoculation furent on ne peut plus démonstratifs. En effet, tous les animaux témoins étaient morts le 20, et l'autopsie démontrait qu'ils avaient succombé au sang de rate. Au contraire, les cinq moutons algériens ne furent nullement éprouvés et continuèrent à jouir de la plus parfaite santé.

» En résumé, dans cette expérience, à laquelle on ne consacra pas moins de treize moutons, six appartenaient à des races européennes : dauphinoise, lyonnaise, toscane et piémontaise. Ces animaux succombèrent au sang de rate, tous les six, après une seule inoculation. Sept étaient de provenance algérienne et la plupart subirent trois inoculations : tous résistèrent parfaitement. Cette expérience a donc été exécutée dans des conditions particulièrement remarquables au point de vue de la signification des résultats qu'elle a donnés.

» Les autres expériences dont j'ai à rendre compte ont été faites en Algérie même. J'y avais apporté comme matière à inoculation diverses substances infectantes. Deux seulement se sont trouvées actives : 1° la pulpe splénique d'un mouton charbonneux, écrasée entre deux plaques de verre qu'on avait enveloppées dans des feuilles d'étain; 2° une culture en tube, préparée suivant la méthode de M. Pasteur. C'est le lapin qui m'a servi à éprouver l'activité de ces substances infectantes. En arrivant à Alger, où la plupart de mes expériences ont été faites, j'ai eu la satisfaction de constater que cette espèce animale y possède au même degré qu'en France l'aptitude à contracter le sang de rate. J'ai pu ainsi, dans tous les cas sans exception, pratiquer des inoculations d'épreuve sur des sujets témoins, de manière à assurer certitude complète aux résultats de mes expériences sur le mouton.

» J'ai à faire une observation préalable importante avant de faire connaître ces résultats. La plupart des expériences dont il va être question ont été instituées, non plus dans le simple but de constater si les inoculations charbonneuses prennent sur les moutons algériens, mais avec l'intention de tenter de vaincre, par certains procédés, la résistance bien établie que ces animaux opposent, en général, aux inoculations pratiquées dans les conditions ordinaires. Ces tentatives, dont je parlerai avec détail dans une autre Communication, ont été parfois suivies de succès. Nonobstant, les résultats de ces expériences d'Alger sont d'accord, dans leur ensemble, avec ceux de mes expériences antérieures. Il m'a donc paru qu'à celles-là je pouvais réunir celles-ci et grossir ainsi les chiffres de ma statistique. Ce n'est pas indifférent, parce que la question de nombre joue un rôle prépondérant dans une question du genre de celle que je traite. La multiplicité des expériences pouvait seule en effet permettre de décider si la résistance des moutons algériens aux inoculations charbonneuses constitue un caractère très général. Cela dit, je passe à l'indication des résultats de ces expériences algériennes.

» Un premier lot de trois moutons est inoculé le 27 mars, en même temps

que deux lapins témoins. Ceux-ci meurent du sang de rate. Les moutons résistent non seulement à cette première inoculation, mais encore à deux autres qui suivirent, à trois et à six jours d'intervalle, et qui firent périr tous les animaux témoins.

» Quatre brebis, dont deux pleines, forment un deuxième lot, qui est inoculé une première fois le 30 mars, une seconde fois le 2 avril. Les lapins témoins succombent très rapidement au sang de rate. Quant aux brebis, une meurt le 5 avril, avec les lésions types de la fièvre splénique. Sur les trois autres, on observe une inappétence très passagère, un peu d'élévation de la température rectale, sans engorgements ganglionnaires bien sensibles. Après ces troubles très légers, ces trois brebis ne tardent pas à reprendre tous les signes de la plus parfaite santé.

» Le troisième lot comprend huit animaux; on les inocule le 2 avril. Le 10, il en meurt un du sang de rate. Les sept autres sujets, passagèrement éprouvés pour la plupart, reviennent très rapidement à leur état normal. Naturellement, tous les lapins inoculés comme sujets d'épreuve avaient péri du sang de rate.

» J'ai enfin à signaler un dernier lot de seize animaux, sur lesquels une inoculation fut faite le 17 avril, avec pleine et entière réalisation des conditions supposées propres à assurer le succès. On réussit à en faire mourir six sujets du sang de rate. Les dix autres deviennent presque tous un peu malades et retrouvent avec rapidité la plénitude de leur santé. Il y eut aussi, dans ce cas, des lapins d'épreuve qui furent tués par l'inoculation; mais la réussite de cette inoculation sur plusieurs moutons parle bien autrement encore en faveur de l'activité de la matière employée.

» Une récapitulation générale de ces expériences comparatives montre qu'on y a consacré douze moutons européens de diverses races et quarante-sept moutons algériens.

» Les douze moutons européens sont *tous* morts du sang de rate après une *seule* inoculation, exécutée dans les conditions ordinaires ([1]).

([1]) Depuis que mon attention est appelée sur la résistance spéciale des moutons algériens, j'ai inoculé, en sus des douze sujets européens qui ont servi dans ces expériences comparatives, une quinzaine de moutons appartenant aux races du sud-est et du centre de la France ou du nord de l'Italie. *Pas un* n'a échappé au sang de rate. Tous sont morts rapidement, à l'exception d'un mouton toscan, qui, après avoir d'abord laissé croire à une immunité absolue, a été tué au bout de neuf jours par une infection bactéridienne localisée fort curieuse, dont je parlerai plus tard. Cependant je n'hésite pas à reconnaître, comme dans ma première Note, que les inoculations charbonneuses peuvent échouer sur les moutons

» Sur les quarante-sept moutons algériens, huit seulement ont succombé; trente-neuf ont résisté aux inoculations multipliées qu'ils ont subies. Les huit victimes appartenaient toutes à la catégorie des animaux sur lesquels l'inoculation avait été faite dans des conditions spéciales.

» Il découle de ces faits que la résistance des moutons algériens au sang de rate doit être considérée comme un caractère très général et que cette précieuse qualité peut, en toute sûreté, être exploitée dans l'intérêt des opérations zootechniques.

» Je me borne aujourd'hui à signaler et les faits bruts et la conclusion pratique générale qui en résulte. J'exposerai à part, dans des Communications successives, les autres études que les moutons algériens m'ont permis de faire sur la physiologie pathologique du sang de rate. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de feu M. *Zinin.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Stas	obtient.	40	suffrages.
M. Baeyer	»	1	»
M. Cannizaro	»	1	»
M. Kekulé	»	1	»
M. Melsens	»	1	»
M. Meyer	»	1	»

M. Stas, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de vérifier les comptes de l'année 1879.

MM. Chévreul, Rolland réunissent la majorité des suffrages.

---

de France, et j'ai déjà déterminé l'une des conditions dans lesquelles cela arrive. La constance des succès fournis par mes expériences actuelles tient à ce que j'ai toujours agi dans les mêmes conditions, avec des matières infectantes d'une seule et même provenance.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Sur la valeur de la pesanteur à Paris.* Note de M. C.-S. PEIRCE.

(Commissaires, MM. Faye, d'Abbadie, Mouchez.)

« L'accord très satisfaisant entre les chiffres donnés par Borda et par Biot pour la valeur de la pesanteur à Paris et la quantité trouvée par Kater à Londres, corrigée pour Paris au moyen des résultats des transports des pendules invariables, nous a donné une grande confiance dans l'exactitude de ce résultat.

» Voici les trois valeurs pour la longueur du pendule à secondes :

	mm
Borda	993,827
Biot.............	993,845
Kater............	993,867

» Néanmoins, on pourrait peut-être dire que l'accord entre ces chiffres n'est qu'un hasard. On sait, en effet, qu'on n'a fait sur aucun de ces nombres la correction exprimant l'inertie de l'air entraîné par le pendule, correction importante faite pour la première fois par Bessel. Or, on n'aurait aucune raison de s'attendre, avant d'avoir fait les calculs, à ce que cette correction devrait être de la même grandeur pour le pendule de Borda, fait d'une boule de platine et d'un fil de fer de 4^m, pour celui de Biot, composé d'un fil de cuivre de $0^m,6$ auquel il avait adapté la même boule que Borda, et pour celui de Kater, qui était en laiton et de forme irrégulière. Mais l'effet de l'atmosphère sur une sphère suspendue à un mince cylindre est parfaitement susceptible d'être exactement calculé par les formules que M. Stokes a données dans son important Mémoire sur ce sujet. Deux éléments concourent à produire cet effet : l'un résulte de la simple pression atmosphérique, et l'autre de cette propriété de l'air que les physiciens anglais appellent sa *viscosité* et les Allemands la *friction intérieure*. Pour le calcul de ce dernier élément, il faut prendre la valeur de la *viscosité* de l'air donnée par les expériences modernes, celles de Maxwell, par exemple. M. Stokes a adopté pour la *viscosité* un chiffre beaucoup trop petit ; cela

affecte surtout les chiffres exprimant les effets de la *viscosité* sur les fils de suspension ; c'est pourquoi les comparaisons faites par Stokes entre l'observation et la théorie ne font pas ressortir la véritable valeur de celle-ci. Les effets atmosphériques produits sur les calottes qui attachaient la boule de platine, aussi bien que les modifications des effets atmosphériques causées par les parois des vitrines où oscillaient les pendules de Borda et de Biot, peuvent être calculés approximativement. Il est bien entendu que ces corrections ne sont pas moins corroborées par l'observation des périodes d'oscillations des pendules à différentes pressions que par l'analyse.

» Les observations de Biot ont aussi été affectées par l'oscillation des supports. Quant aux supports employés par Borda, je pense, d'après sa description, qu'ils étaient d'une grande solidité, et la correction à faire à la valeur de la pesanteur, étant en raison inverse de la longueur du pendule employé, doit être minime dans ce cas. Les supports de Biot existent encore à l'Observatoire; seulement ils ont subi deux modifications : 1° ils ont été renforcés sur les côtés de deux traverses ; 2° la pièce qui soutenait le pendule a été remplacée par une autre très solide. Avec l'autorisation que m'accorda obligeamment M. l'amiral Mouchez, j'ai écarté les traverses et j'ai alors mesuré la flexion des supports (munis toujours de la nouvelle tête), soumis à l'effet d'une force de 2^{kg} et de 5^{kg}, appliquée dans un sens horizontal. Voici mes mesures :

Écart avec 2^{kg}.

	$13^{\mu},2$
	12,9
Moyenne.......	13,2
Par kilogramme..	6,6

Écart avec 5^{kg}.

	$34^{\mu},8$
	34,8
	35,5
	35,6
	35,2
Moyenne.......	35,2
Par kilogramme..	7,0

» Pour apprécier l'effet produit par le mouvement non plus du grand sup-

port, mais de la petite pièce qui soutenait le pendule dans les expériences de Biot, il faut une soigneuse étude expérimentale aidée de l'application d'une théorie toute différente de celle qui s'applique aux supports élastiques. Pour le moment, je néglige cet effet.

» En appliquant les autres corrections, j'obtiens les nombres suivants :

	Borda.	Biot.
Longueur donnée	993827^{μ}	993845^{μ}
Effets hydrodynamiques	31,4	31,4
Viscosité. Sphère	35,0	23,1
» Fil	22,6	1,8
Effet de la calotte	2,1	6,2
» vitrine	0,2	0,2
Flexion (portion connue)	»	5,0
Longueur corrigée	993918,0	993913,0
Nouvelle mesure	993934	

» Si l'on adopte sept microns pour l'effet de la portion inconnue de la flexion du support Biot, on voit que, loin d'affaiblir notre confiance dans l'exactitude des observations de ces illustres physiciens, nos corrections ne font que disparaître la différence entre les résultats qu'ils ont obtenus. Le chiffre exprimant le résultat de mes expériences (993934) s'écarte sensiblement des autres ; néanmoins, une étude attentive de toutes les causes d'erreur m'a convaincu qu'il est exact à dix microns près.

» La longueur du pendule à secondes à Paris, calculée d'après les expériences de Kater, est $0^{m},99387$, c'est-à-dire plus courte que ma détermination de $0^{mm},07$. Si nous en croyions les expériences faites par le général Sabine à différentes pressions avec le pendule de Kater, il faudrait ajouter à la mesure de celui-ci une correction non moindre que $0^{mm},16$, correction plus de deux fois trop grande pour l'accord des déterminations. Mais le général Sabine a fait des expériences trop peu nombreuses pour pouvoir établir un résultat aussi improbable. On ne peut donc tirer aucun parti des expériences de Kater. En tout cas, je crois avoir suffisamment prouvé par ce qui précède que le chiffre donné jusqu'ici sur la valeur de la pesanteur à Paris doit être augmenté d'un dix-millième. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Développement d'une fonction à une seule variable, dans un intervalle donné, suivant les valeurs moyennes de cette fonction et de ses dérivées successives dans cet intervalle.* Mémoire de M. **H. Léauté**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Puiseux, Bouquet.)

« Les problèmes ordinaires de Mécanique appliquée se ramènent, en général, à la détermination d'une fonction assujettie à certaines conditions, et il suffit, dans la plupart des cas, de déterminer cette fonction dans un certain intervalle que fixent les conditions mêmes du mécanisme étudié.

» D'autre part, les équations de la Mécanique appliquée, étant toujours approximatives, sont surtout propres à fournir les valeurs moyennes (¹) des quantités qui y figurent.

» Ces deux considérations montrent qu'il y a intérêt, au point de vue des applications, à substituer au développement de Maclaurin, où entrent les valeurs de la fonction et de ses dérivées successives en un point déterminé, un autre développement procédant suivant les valeurs moyennes de la fonction et de ses dérivées dans l'intervalle que l'on considère.

» C'est la recherche de ce développement qui constitue le présent travail.

» Je résous d'abord la question suivante :

» *Trouver le polynôme en x de degré n tel que sa valeur moyenne et celles de ses n dérivées, dans l'intervalle de $-h$ à $+h$, soient égales à $n+1$ quantités données* $Y_0, Y_1, \ldots, Y_n$.

» On trouve que le polynôme y peut se mettre sous la forme

$$y = P_0 Y_0 + P_1 Y_1 + \ldots + P_n Y_n,$$

$P_0, P_1, \ldots, P_n$ étant des polynômes en x et h de degré égal à leur indice, que je désigne sous le nom de *polynômes auxiliaires* et qui sont indépendants des valeurs de $Y_0, Y_1, \ldots, Y_n$ que l'on s'est données.

(¹) La valeur moyenne de $f(x)$ dans l'intervalle de a à b est $\frac{1}{b-a}\int_a^b f(x)\,dx$.

» Le problème est ainsi ramené au calcul des polynômes auxiliaires.

» Or il est facile de voir que ces polynômes jouissent des propriétés énoncées ci-après :

» 1° Chacun d'eux est indépendant du degré du polynôme y que l'on veut former et ne dépend que de son degré à lui-même, de telle sorte que tous ces polynômes forment une suite indéfinie parfaitement déterminée.

» 2° La valeur moyenne dans l'intervalle considéré d'un polynôme quelconque est égale à zéro, sauf pour le premier, dont la valeur moyenne est égale à l'unité.

» 3° Chacun de ces polynômes auxiliaires est la dérivée du polynôme de degré immédiatement supérieur.

» Cette dernière propriété, qui fait rentrer les polynômes auxiliaires dans la classe de ceux étudiés par M. Appell [1], suffit, avec la précédente, pour les déterminer complètement.

» Cela posé, le polynôme P_n étant pris sous la forme

$$P_n = B_0 \frac{x^n}{n!} + B_1 h \frac{x^{n-1}}{n-1!} + \ldots + B_n h^n,$$

je montre que les coefficients $B_0, B_1, \ldots, B_n$ sont indépendants de h, que tous les coefficients d'indice impair sont nuls et que les coefficients d'indice pair sont fournis par l'équation

$$\frac{B_0}{p!} + \frac{B_2}{p-2!} + \cdots + \frac{B_{p-1}}{1} = 0,$$

où l'on donne successivement à p la suite des valeurs impaires et où l'on fait B_0 égal à l'unité.

» La fonction génératrice de ces coefficients est alors

$$\varphi(x) = \frac{2x}{e^x + e^{-x}}.$$

Quant à la fonction génératrice $\psi(x, z)$ des polynômes auxiliaires, elle est donnée par

$$\psi(x, z) = \frac{2hz}{e^{hz} - e^{-hz}} e^{xz}.$$

» Les polynômes de degré impair ont pour racines $-h$, zéro et $+h$, excepté le premier, qui est égal à x; les polynômes de degré pair ont une

(1) APPELL, *Sur une certaine classe de polynômes* (*Annales de l'École Normale*, 2e série, t. IX, 1880).

racine réelle comprise entre $-h$ et zéro, et une entre zéro et $+h$. J'établis d'ailleurs que les polynômes auxiliaires ne peuvent avoir, dans l'intervalle de $-h$ à $+h$, d'autres racines réelles que celles indiquées, et je prouve qu'ils n'ont pas forcément toutes leurs racines réelles.

» Le développement auquel on est conduit pour représenter une fonction y, dans l'intervalle de $-h$ à $+h$, est le suivant :

$$y = \left(\text{moy}.y\right)_{-h}^{+h} + \frac{3x}{3.1!}\left(\text{moy}.\frac{dy}{dx}\right)_{-h}^{+h} + \frac{3x^2 - h^2}{3.2!}\left(\text{moy}.\frac{d^2y}{dx^2}\right)_{-h}^{+h}$$
$$+ \frac{3x^3 - 3h^2x}{3.3!}\left(\text{moy}.\frac{d^3y}{dx^3}\right)_{-h}^{+h} + \frac{3x^4 - 6h^2x^2 + \frac{3}{5}h^4}{3.4!}\left(\text{moy}.\frac{d^4y}{dx^4}\right)_{-h}^{+h} + \dots$$

On voit que, lorsque l'intervalle considéré diminue indéfiniment, la série précédente devient celle de Maclaurin, ce qui devait être.

» Dans la plupart des questions de Mécanique appliquée, il suffira d'employer les deux ou trois premiers termes du développement. Cela revient à remplacer la courbe représentative de la fonction inconnue soit par une droite parallèle à la corde extrême, soit par un arc de parabole. Dans tous les cas d'ailleurs, la ligne substituée à la courbe réelle traverse cette dernière de manière à déterminer une surface équivalente et à avoir la même direction moyenne.

» Il en résulte que les erreurs à craindre dans l'intervalle considéré sont, en général, moindres que si l'on avait fait usage de la formule de Maclaurin. Cette formule, en effet, qui donne une grande approximation dans les environs du point de départ, expose à des erreurs très sensibles dès que l'on s'éloigne de ce point particulier. Or, dans les questions de Mécanique pratique, c'est surtout la marche générale du phénomène qu'il importe de saisir plutôt que son expression exacte en un point donné. Aussi conviendra-t-il, dans la généralité des cas, d'employer de préférence le mode de développement précédemment indiqué. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la résolution de l'équation $x^n + y^n = z^n$ en nombres entiers.* Mémoire de M. **Lefébure.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, Bonnet, Bouquet).

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie contient divers théorèmes auxquels j'ai été conduit dans mes recherches sur la résolution de l'équation $x^n + y^n = z^n$ en nombres entiers, ainsi que la méthode

que j'ai suivie pour trouver ces solutions. Dans cette méthode je fais usage des résidus des puissances n des nombres obtenus par la division des nombres premiers de la forme $2kn+1$. Je remarque que la suite illimitée de ces nombres premiers peut se partager en deux groupes. Dans le premier se placent les nombres $p=2kn+1$, qui conduisent à des résidus tels, que la somme algébrique de trois quelconques d'entre eux ne peut être un multiple de p. Le second groupe comprend ceux qui conduisent à des sommes algébriques de trois résidus multiples de p.

» J'établis la proposition suivante :

» *Tous les nombres premiers p du premier groupe sont nécessairement des diviseurs de l'un des trois termes x, y, z d'une solution entière de $x^n+y^n=z^n$; par suite, tout nombre premier $p=2kn+1$ est un diviseur de x, y ou z, ou bien il fait partie du second groupe.*

» J'en conclus que, si le premier groupe est composé d'un nombre infini de termes, $x^n+y^n=z^n$ n'a pas de solution entière. La démonstration est donc ramenée à établir ce dernier point.

» Je fais voir que les considérations qui précèdent ne sont pas applicables au cas de $n=2$.

» Ainsi, le premier groupe doit être limité et le second illimité pour que $x^n+y^n=z^n$ puisse avoir des solutions entières. Mais on ne saurait admettre que le premier groupe est limité et en même temps le second groupe illimité; donc $x^n+y^n=z^n$ n'admet pas de solution entière.

» J'indique pourquoi cette méthode n'est pas applicable au cas de $n=2$. »

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur la polarisation rotatoire magnétique dans les gaz.* Mémoire de M. **Henri Becquerel**, présenté par M. Fizeau. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Berthelot, Desains.)

« J'ai eu l'honneur de montrer l'année dernière à l'Académie [1] comment on pouvait manifester et mesurer le phénomène de la polarisation rotatoire magnétique dans les gaz à la température et à la pression ordinaires. L'étude de cette question a été poursuivie avec les appareils décrits à cette époque. Je rappellerai seulement que, par des réflexions successives,

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 709, mars 1879.

on faisait passer plusieurs fois les rayons polarisés au travers d'un tube en cuivre de $3^m,27$ de long, fermé par des glaces parallèles; ce tube contenait les gaz à étudier et était soumis à l'action électromagnétique de six grosses bobines dans lesquelles passait le courant électrique d'une pile de 80 grands éléments à acide azotique. Une boussole des sinus donnait à chaque instant l'intensité du courant électrique, et l'on mesurait la double rotation du plan de polarisation de la lumière, en renversant le sens du courant dans l'appareil.

» Le réglage du système optique pouvait se faire avec assez de perfection pour que l'on obtînt un grand nombre d'images réfléchies sans déformation. Les mesures ont porté sur les quatre premières images réfléchies qui correspondent à trois, cinq, sept et neuf passages des rayons lumineux à travers l'appareil.

» Un Mémoire détaillé que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie contient la discussion et la mesure de toutes les petites corrections qui peuvent affecter les observations directes. On a vérifié, par expérience, que les réflexions successives des rayons lumineux, ainsi que leurs passages à travers les glaces, n'apportent aucune perturbation dans les mesures, par suite des phénomènes de polarisation elliptique très faibles qui pourraient prendre naissance. Parmi les corrections qu'il faut faire subir aux mesures directes, la plus importante est due à l'influence du magnétisme sur les glaces qui ferment le tube et qui se trouvent à $0^m,14$ environ en dehors des bobines. Cette correction a été déterminée avec le plus grand soin par des expériences spéciales, et l'on a vérifié que la valeur adoptée satisfaisait aux observations faites avec l'appareil plein d'air, soit en interposant les glaces sur le trajet des rayons lumineux, soit en retirant celles-ci.

» Par suite du passage du courant électrique, l'appareil s'échauffe notablement et atteint parfois 30° à 35° C. Un manomètre, adapté au tube, mesure à chaque instant la pression des gaz et permet de se servir du tube comme d'un thermomètre à gaz pour en déduire la température moyenne.

» Les résultats ont été ramenés à la température de 0° et à la pression de 760^{mm} de mercure. Pour éviter les effets de compression sur les glaces, les gaz étaient introduits par déplacement sous l'influence d'un excès de pression très faible.

» On a employé comme source lumineuse la chaux incandescente d'un chalumeau oxyhydrique, en interposant sur le trajet de la lumière divers écrans colorés ne laissant passer qu'une région étroite du spectre, et l'on

a déterminé la longueur d'onde moyenne des rayons qui arrivent à l'œil dans chaque cas, en mesurant, pour ceux-ci, la rotation magnétique du plan de polarisation au travers d'une colonne de sulfure de carbone liquide.

» Cinq gaz ont été étudiés jusqu'ici dans cet appareil : ce sont l'oxygène, l'azote, l'acide carbonique, le protoxyde d'azote et le gaz oléfiant. Pour ces gaz, *excepté pour l'oxygène,* sur lequel je reviendrai plus loin, j'ai reconnu que *les rotations magnétiques des plans de polarisation des rayons de diverses longueurs d'onde sont à très peu près en raison inverse du carré des longueurs d'onde,* comme pour les corps solides et liquides non magnétiques.

» En se fondant sur cette relation, on peut déterminer avec une grande précision la rotation que l'on obtiendrait avec la lumière jaune de la soude. La discussion des résultats montre que les erreurs ne peuvent dépasser 0,02 de la valeur des nombres observés.

» On a mesuré en outre avec grand soin la rotation magnétique obtenue dans l'appareil pour les rayons jaunes de la soude traversant une colonne de sulfure de carbone liquide, à la température de 0°, et soumise à l'intensité électromagnétique qui a servi d'unité. On a trouvé que, pour un passage des rayons lumineux à travers l'appareil, cette rotation était de 4520'.

» Parmi les nombreux résultats obtenus, je citerai les nombres suivants, relatifs à la lumière jaune de la flamme de sodium.

Gaz.	Rotations magnétiques mesurées (neuf passages) (raie D).	Rotations magnétiques rapportées au sulfure de carbone liquide R.	Indices de réfraction n.	Rapports $\frac{R}{n^2(n^2-1)}$.
Oxygène	5',96	0,000146	1,0002706	0,269
Air atmosphérique..	6,48	0,000159	1,0002936	0,277
Azote	6,56	0,000161	1,0002977	0,274
Acide carbonique...	12,28	0,000302	1,0004544	0,332
Protoxyde d'azote...	16,02	0,000393	1,0005159	0,381
Gaz oléfiant.......	32,62	0,000802	1,0006780	0,590

» J'ai montré il y a quelques années que le pouvoir rotatoire magnétique des corps solides et liquides non magnétiques était lié à leur indice de réfraction, et que pour ceux-ci le quotient de la rotation R par la fonction $n^2(n^2-1)$, dans laquelle n représente l'indice de réfraction, était un nombre qui variait peu. En prenant pour unité la rotation du sulfure de carbone liquide, les valeurs du rapport $\frac{R}{n^2(n^2-1)}$ ont varié entre 0,1 et 0,5.

Il est très remarquable de retrouver avec les gaz des valeurs de ce rapport presque identiques, alors que les rotations magnétiques sont dix mille fois plus faibles. Les valeurs du rapport $\frac{R}{n^2(n^2-1)}$ sont indiquées dans la dernière colonne du Tableau qui précède. Elles vont régulièrement en augmentant avec les indices de réfraction, ce qui tendrait à montrer que la fonction $n^2(n^2-1)$ n'est qu'une expression approchée du phénomène. On peut observer que, pour les cinq gaz précédents, les rotations magnétiques augmentent un peu moins vite que la fonction $(n-1)^2$. La faible valeur des indices de réfraction des gaz et le nombre restreint des gaz étudiés ne permettent pas de déterminer avec précision quelle est la fonction de l'indice qui satisfait au phénomène, et l'on doit se borner à reconnaître la liaison intime des deux propriétés des corps.

» L'oxygène a donné des résultats particulièrement intéressants; ce gaz a manifesté pour les rayons rouges une rotation très peu supérieure à celle des rayons verts. Les différences entre les deux rotations sont trop faibles pour que l'on puisse affirmer que ce corps disperse les plans de polarisation de la lumière à l'inverse des autres substances, comme cela semble résulter des expériences; il y a toutefois une anomalie bien nette, car, pour les mêmes rayons lumineux, les autres gaz donnent des rotations magnétiques dont le rapport est environ 1,50, le plan de polarisation des rayons verts étant plus dévié que celui des rayons rouges. Ce fait est assez remarquable si on le rapproche de la propriété qu'a l'oxygène d'être très magnétique. J'ai démontré dans un travail antérieur que les corps solides et liquides magnétiques doués d'un pouvoir rotatoire négatif dispersent les plans de polarisation des divers rayons lumineux suivant une loi différente de celle que suit le phénomène dans les corps diamagnétiques. Bien que les rotations données par l'oxygène soient positives, l'anomalie que l'on vient de signaler semble liée aux propriétés magnétiques de ce gaz. En se reportant à mes précédentes recherches, on reconnaît que l'on peut imaginer un mélange de deux corps, l'un magnétique, l'autre diamagnétique, qui donnerait lieu au phénomène que présente l'oxygène. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la constance de la proportion d'acide carbonique dans l'air.* Note de M. **Th. Schlœsing.**

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

« Les résultats des déterminations de l'acide carbonique dans l'atmosphère, fort divergents d'abord, se sont resserrés entre des limites très voi-

sines, à mesure que les procédés d'analyse ont acquis une précision plus grande; ceux que l'on doit depuis quelques années aux observateurs les plus autorisés, tels que M. Schultze, M. Reiset, etc., ne présentent plus que des différences de $\frac{1}{15}$ environ. M. Reiset attribue cette constance du taux d'acide carbonique au brassage incessant de l'atmosphère; cette opinion pouvant être contestée, il me paraît utile de la fortifier par les considérations suivantes.

» On peut distinguer deux sortes de variations possibles du taux de l'acide carbonique atmosphérique : une variation lente du *taux moyen de l'atmosphère entière*, provenant d'inégalités dans les phénomènes naturels qui produisent de l'acide carbonique ou en consomment; elle sera révélée par des séries de dosages comparatifs exécutés, par un même procédé, à de longs intervalles de temps; puis des variations à courtes périodes, locales, les seules que nous puissions saisir actuellement et qu'il soit permis de discuter.

» Il est certain qu'il existe des causes de production et de consommation d'acide carbonique soumises à des variations considérables et relativement rapides : telles sont la végétation et la combustion lente des résidus organiques, dont l'activité dépend de la température. Mais, outre que ces variations s'accomplissent en sens inverses dans les différentes régions du globe et doivent se balancer en partie, il y a pour les restreindre un régulateur puissant qui combine son action avec celle de la circulation et du brassage de l'atmosphère : c'est la mer.

» A diverses reprises, j'ai déterminé dans l'eau de la Manche la proportion d'acide carbonique et celle des bases existant à l'état de carbonates; j'ai constamment trouvé les résultats suivants : 1^{lit} d'eau de mer contient $98^{\text{mg}},3$ d'acide carbonique et une quantité de bases carbonatées équivalant à $99^{\text{mg}},3$ d'acide sulfurique anhydre. J'ai toute confiance dans le dosage de l'acide carbonique; la détermination des bases est moins précise, à cause de la silice en dissolution dans l'eau de mer. Le rapport en équivalents de l'acide carbonique aux bases est $\frac{4,47}{2,48}$; d'où l'on voit que l'acide est, pour la majeure partie, engagé dans des bicarbonates, ainsi qu'on pouvait s'y attendre.

» Or j'ai montré (*Comptes rendus*, juin et juillet 1872) que l'eau pure, mise en contact à la fois avec un carbonate terreux et une atmosphère contenant de l'acide carbonique, se charge d'une quantité de bicarbonate qui croît, suivant une loi mathématique, avec la tension de l'acide carbonique

dans cette atmosphère. Lorsqu'on introduit dans l'eau un sel neutre de soude, de chaux, de magnésie, la quantité de bicarbonate formé peut différer de celle qui se ferait dans l'eau pure; mais elle croît avec le taux d'acide carbonique, et il se produit encore un état d'équilibre entre elle et la tension du gaz carbonique.

» Cet état tend sans cesse à se produire dans l'eau de mer, qui, depuis des milliers de siècles, est en contact incessant avec l'atmosphère et les carbonates terreux de son fond, de ses bords et des apports des fleuves. Il ne peut être réalisé d'une manière absolue; l'équilibre parfait n'est pas compatible avec le mouvement, pas plus dans les mers que dans l'atmosphère; des échanges continuels doivent donc se produire entre les deux milieux : quand arrivent des variations du taux d'acide carbonique dans l'air, la tendance à l'équilibre que je viens de rappeler provoque soit un dégagement d'acide des eaux marines et une précipitation de carbonate neutre si la variation est en moins, soit une absorption d'acide et une dissolution de carbonate si elle est en plus. Dans ce jeu continuel, la mer peut évidemment exercer sur le taux d'acide carbonique aérien une action régulatrice, si, dans le partage de l'acide carbonique, elle a pris la plus grosse part et qu'elle remplisse ainsi la condition indispensable à tout régulateur agissant comme réservoir, celle de posséder une quantité d'acide carbonique disponible beaucoup plus grande que la quantité qui constitue la variation dans l'air.

» Essayons donc de calculer les quantités respectives d'acide carbonique marin et aérien, pour savoir si cette condition est satisfaite.

» On admet que la mer, étendue sur toute la surface du globe en une couche uniforme, aurait une profondeur de 1000^{m}. La quantité d'acide carbonique contenue dans un prisme vertical de cette couche ayant pour base 1^{mq} est $98^{kg},3$. Ces $98^{kg},3$ formant des bicarbonates, la moitié, soit 49^{kg}, est disponible pour exercer l'action régulatrice, l'autre moitié est retenue par des bases. En supposant que notre atmosphère ait une composition uniforme et renferme en volume $\frac{3}{10000}$ d'acide carbonique, un prisme vertical de cette atmosphère ayant pour base 1^{mq} contient seulement $4^{kg},7$ d'acide. Ainsi la mer tiendrait en réserve, dans ces hypothèses, une quantité d'acide carbonique disponible pour les échanges avec l'air dix fois plus grande que la quantité totale contenue dans l'atmosphère, et bien plus grande, *a fortiori*, que les variations de cette quantité. Quoique ces chiffres n'aient rien d'absolu, on peut certainement conclure que la mer est beaucoup plus riche que l'atmosphère en acide carbonique

disponible et doit dès lors jouer le rôle de régulateur que je lui prête.

» Je rappellerai, en terminant, que j'ai déjà attribué aux eaux marines la fonction de régler la circulation de l'ammoniaque atmosphérique. Ainsi la mer est le réservoir et le régulateur de distribution de trois aliments essentiels des plantes, l'eau, l'ammoniaque et l'acide carbonique. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Des causes qui tendent à gauchir les poutres des ponts en fer, et des moyens de calculer ces poutres, pour résister aux efforts gauchissants.* Mémoire de M. **S. Périssé**, présenté par M. Yvon Villarceau. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Yvon Villarceau, Phillips, Resal, Bresse, Lalanne.)

« Les formules ordinaires de la théorie de la flexion plane, appliquées aux diverses pièces des ponts en fer, supposent que ces pièces conservent leur verticalité, comme les charges qui les fléchissent, et que ces charges sont appliquées dans le plan même de la flexion. Ces conditions ne sont pas toujours réalisées. Deux causes y font obstacle :

» 1° Le mode ordinaire d'assemblage des pièces de pont;

» 2° Les compressions longitudinales, exercées sur la plate-bande supérieure des poutres.

» Sous l'effet de ces deux causes, le gauchissement ou *flambage* des poutres de rive tend à se produire; celles-ci se déverseraient et perdraient leur position verticale, si certaines pièces de contreventement ne les y maintenaient. A moins d'avoir des poutres d'une raideur horizontale exceptionnellement grande, leur déversement ne sera *empêché* que par des entretoises formant contreventement supérieur, ou, à défaut de ces entretoises, le déversement ne sera *arrêté* que par des montants verticaux, suffisamment forts et convenablement disposés.

» Les constructeurs connaissent l'importance de ces pièces, et ils les déterminent par comparaison avec des ouvrages plus ou moins analogues, ayant déjà reçu la sanction de la pratique. Mais, à notre connaissance, on n'a indiqué jusqu'ici aucune formule pour le calcul des contreventements supérieurs et des montants verticaux.

» Cette question n'est traitée, ni dans les Ouvrages français, ni dans aucun des Cours spéciaux qui sont professés dans nos grandes Écoles. L'auteur du Mémoire a essayé de combler cette lacune, et, si son exposé théorique peut laisser à désirer, il a néanmoins la conviction d'avoir ouvert la

voie aux ingénieurs théoriciens et d'avoir indiqué, en attendant les résultats de leurs recherches, des formules qui permettront de munir les ponts en fer des pièces nécessaires pour empêcher le déversement des poutres.

» L'auteur a considéré un pont à une seule travée de portée L, avec deux maîtresses poutres de hauteur H, et n pièces de pont, inférieures et équidistantes, de hauteur h.

» PREMIÈRE CAUSE. — *Les moments gauchissants développés, sur les poutres, par l'assemblage des pièces de pont,* varient avec leur mode d'appui et d'attache; chacune de ces pièces transmet à la poutre une charge P, à une distance d du plan de flexion.

» Il importe peu que la poutre puisse résister à la torsion, sans perdre son élasticité; il faut qu'elle ne se déforme pas et qu'elle reste verticale, ce qui revient à chercher son équilibre, sans tenir compte de la résistance à la torsion. Pour cela, deux séries de forces extérieures t_1 et t_2 sont nécessaires. Chaque pièce de pont exerce une force t_1, faisant avec l'horizontale un angle α connu, et appliquée à la distance λ de la semelle. La force t_2 horizontale, de signe contraire à t_1, est exercée par une entretoise supérieure, placée au-dessus de chaque pièce de pont. Les inconnues t_1 et t_2 ont la valeur suivante, obtenue en projetant sur un plan horizontal et en prenant les moments par rapport à un axe longitudinal, passant par les points d'application des forces t_1 :

$$t_1 = \frac{\mathrm{P}d}{(\mathrm{H}-\lambda)\cos\alpha}, \quad t_2 = \frac{\mathrm{P}d}{\mathrm{H}-\lambda}.$$

» Les pièces verticales ou inclinées qui composent la paroi âme doivent satisfaire à la relation $\Sigma \frac{\mathrm{RI}}{\mathrm{V}'} = \frac{\mathrm{P}d}{\mathrm{H}-\lambda} y$, y étant la distance des sections considérées, à la plate-bande supérieure.

» Les montants verticaux remplacent les entretoises du contreventement, à la condition d'être encastrés sur la pièce de pont; mais ils n'empêchent pas d'une façon absolue le déversement de la poutre : ils le limitent à l'angle α. Chaque montant vertical doit satisfaire à la relation

$$\frac{\mathrm{RI}}{\mathrm{V}'} = \mathrm{P}d\,\frac{\mathrm{H}-h}{\mathrm{H}-\lambda}.$$

» Lorsque le contreventement supérieur existe seulement au droit des appuis, il est soumis à une force horizontale $\mathrm{T}_2 = \frac{\Sigma \mathrm{P}d}{2(\mathrm{H}-\lambda)}$, et l'équilibre

peut être obtenu, si la plate-bande supérieure est assez raide par elle-même. Comme précédemment, l'entretoisement supérieur peut être remplacé par un ou plusieurs montants verticaux, encastrés au-dessus du sabot d'appui, qui doivent satisfaire à la relation $\Sigma \frac{\mathrm{RI}}{\mathrm{V}'} = \frac{\Sigma \mathrm{P}\, d\mathrm{H}}{2(\mathrm{H}-\lambda)}$.

» Seconde cause. — *Les efforts de compression sur la plate-bande supérieure* tendent à la faire fléchir comme un prisme chargé debout, suivant sa ligne moyenne. Une flexion horizontale peut se manifester si l'on peut, pour un point quelconque, poser $\frac{\mu}{\mathrm{H}} = \frac{\pi^2 \mathrm{EI}}{l^2}$. Alors la plate-bande se trouve dans un équilibre instable si elle est abandonnée à elle-même. L'auteur a exprimé cette relation en fonction d'une seule variable x, p étant la charge par unité de longueur, E le coefficient d'élasticité du fer rivé, I le moment d'inertie minimum; il a trouvé

$$\frac{p}{8\mathrm{H}}(\mathrm{L}^2 - x^2) = \frac{\pi^2 \mathrm{EI}}{x^2},$$

relation qui peut se mettre sous la forme d'une équation bicarrée; en posant $\pi^2 \mathrm{EI} = \mathrm{K}$ et $\frac{p}{8\mathrm{H}} = \mathrm{A}$, on obtient

$$\mathrm{A}x^4 - \mathrm{AL}^2 x^2 + \mathrm{K} = 0$$

ou bien

$$y^2 - \mathrm{L}^2 y + \frac{\mathrm{K}}{\mathrm{A}} = 0;$$

d'où

$$x^2 = y = \frac{\mathrm{L}^2}{2} \pm \sqrt{\frac{\mathrm{L}^4}{4} - \frac{\mathrm{K}}{\mathrm{A}}}.$$

» Pour que la plate-bande supérieure n'éprouve pas de flexion horizontale, il faut que les valeurs de y soient imaginaires, ce qui exige que la quantité sous le radical soit négative. On en conclut l'expression suivante de la longueur L de la poutre, qu'il ne faut pas dépasser, si l'ouvrage est dépourvu de pièces de contreventement :

$$\mathrm{L} = \sqrt[4]{\frac{4\mathrm{K}}{\mathrm{A}}} = \sqrt[4]{\frac{32\pi^2 \mathrm{EIH}}{p}}.$$

» En pratique, il faut appliquer un coefficient de sécurité. »

M. **Guyot** adresse un Mémoire intitulé : « Sur la résolution des équations des degrés supérieurs. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **P.-A. Picard** adresse une Note relative au « gyroscope électromagnétique ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. **Chancel**, nommé Correspondant pour la Section de Chimie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire-perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *J. Chatin* intitulé : « Organes des sens dans la série animale ».

2° Plusieurs brochures d'Anatomie et de Physiologie de M. *N. Joly*.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie une nouvelle perte de la Science : M. Jean-Mothée Gaugain, dont les beaux travaux sur l'électricité avaient été encouragés et récompensés par le prix Gegner pendant les cinq dernières années, a succombé, le 31 mai 1880, à une longue et douloureuse maladie.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur des transcendantes qui jouent un rôle important dans la théorie des perturbations planétaires.* Note de M. **G. Darboux.**

« Dans les séances du 3 et du 10 mai, M. Tisserand a fait connaître des propositions très importantes relatives à certaines transcendantes qui sont définies par la formule

$$(1 + a^2 - 2a\cos\varphi)^{-s} = \frac{1}{2}b_s^{(0)} + b_s^{(1)}\cos\varphi + \ldots + b_s^{(k)}\cos k\varphi + \ldots$$

et à leurs dérivées par rapport à la variable a dont elles dépendent. Depuis, M. Callandreau, dans deux Notes successives, a donné une expression

approchée des dérivées d'ordre très élevé de ces fonctions. Je me propose de montrer qu'en suivant la méthode indiquée dans mon Mémoire *Sur l'approximation des fonctions de grands nombres,* on obtient sans difficulté non seulement le premier terme de ces expressions approchées, donné par M. Callandreau, mais autant de termes qu'on le voudra.

» Je ferai d'abord remarquer que ces transcendantes $b_s^{(k)}$ se ramènent aux fonctions $P(\lambda, s)$ considérées par Legendre dans le Tome II du *Traité des fonctions elliptiques* (p. 531). On a

$$b_s^{(k)} = 2P(k, s)$$

et

$$P(\lambda, s) = \frac{\Gamma(\lambda+s)a^\lambda}{\Gamma(s)\Gamma(\lambda+1)} F(s+\lambda, s, \lambda+1, a^2),$$

le symbole F désignant une série hypergéométrique.

» Cette série est, comme on sait, finie et continue, ainsi que ses dérivées, tant que le module de a^2 est plus petit que l'unité; elle conserve la même propriété en tous les points du cercle de convergence, à l'exception de celui qui correspond à la valeur $a^2 = 1$. L'application de la méthode d'approximation que j'ai proposée exige que l'on recherche d'abord comment la fonction devient discontinue dans le voisinage de la valeur $a^2 = 1$.

» Je me servirai pour cela de la formule

$$\begin{aligned}P(\lambda, s) = {} & \frac{\Gamma(1-2s)(-a)^\lambda}{\Gamma(1-s-\lambda)\Gamma(1-s+\lambda)} F(s+\lambda, s, 2s, 1-a^2)\\ & + \frac{\Gamma(2s-1)}{\Gamma^2(s)} a^\lambda(1-a^2)^{1-2s} F(1-s+\lambda, 1-s, 2-2s, 1-a^2),\end{aligned}$$

donnée par M. Kummer dans son beau Mémoire *Sur la série hypergéométrique*, formule que l'on peut aussi, en s'aidant d'autres résultats obtenus par M. Kummer, mettre sous la forme

$$\begin{aligned}P(\lambda, s) = {} & \Gamma(1-s-\lambda)\Gamma(1-s+\lambda)a^{-s} F\left[s+\lambda, s-\lambda, s+\frac{1}{2}, -\frac{(1-a)^2}{4a}\right]\\ & + 2^{1-2s}\frac{\Gamma(2s-1)}{\Gamma^2(s)} a^{-\frac{1}{2}}(1-a)^{1-2s} F\left[\frac{1}{2}+\lambda, \frac{1}{2}-\lambda, \frac{3}{2}-s, -\frac{(1-a)^2}{4a}\right].\end{aligned}$$

» La fonction $P(\lambda, s)$ nous apparaît ainsi, dans le voisinage du point $a = 1$, comme composée de deux parties : la première, qui demeure finie et continue, ainsi que ses dérivées, pour $a = 1$; l'autre, au contraire, qui cesse d'être continue et bien déterminée pour $a = 1$. Conformément à la

méthode que j'ai rappelée, je néglige la première et je développe la seconde suivant les puissances de $1-a$. J'obtiens ainsi un développement que l'on pourrait écrire d'une manière générale, mais dont je me contenterai de donner les cinq premiers termes :

$$\frac{2^{1-2s}\Gamma(2s-1)}{\Gamma^2(s)}(1-a)^{1-2s}\left[1+\frac{1-a}{2}+\frac{4-3s+2\lambda^2}{4(3-2s)}(1-a)^2+\frac{6-5s+6\lambda^2}{8(3-2s)}(1-a)^3\right.$$
$$\left.+\frac{96-125s+35s^2+140\lambda^2-60s\lambda^2+4\lambda^4}{32(3-2s)(5-2s)}(1-a)^4+\ldots\right].$$

Il n'y a plus qu'à remplacer dans cette expression a par $a+x$ et à développer suivant les puissances de x. En réunissant les différents coefficients de x^n, on aura

$$\frac{1}{\Gamma(n+1)}\frac{d^n\mathrm{P}(\lambda,s)}{da^n}$$
$$=\frac{2^{1-2s}}{\Gamma^2(s)}(1-a)^{1-2s-n}\frac{\Gamma(n+2s-1)}{\Gamma(n+1)}$$
$$\times\left[1+\frac{(s-1)(1-a)}{n+2s-2}+\frac{(1-s)(4-3s+2\lambda^2)(1-a)^2}{2(n+2s-2)(n+2s-3)}\right.$$
$$-\frac{(6-5s+6\lambda^2)(s-1)(s-2)(1-a)^3}{2(n+2s-2)(n+2s-3)(n+2s-4)}$$
$$\left.+\frac{96-125s+35s^2+140\lambda^2-60s\lambda^2+4\lambda^4}{8(n+2s-2)(n+2s-3)(n+2s-4)(n+2s-5)}(s-1)(s-2)(1-a)^4+\ldots\right].$$

C'est l'expression approchée cherchée. Il importe de remarquer qu'elle demeure exacte même quand $2s$ est entier, bien que les formules employées comme intermédiaires se présentent alors sous forme indéterminée.

» Avant de continuer cette étude, j'indiquerai quelques applications numériques, où je conserverai les notations employées par Le Verrier dans le Tome II des *Annales de l'Observatoire*.

» Pour Mercure et Vénus, on a $\log\alpha=\bar{1},7284839$, et l'on trouve, en employant les différents termes de la formule précédente :

	Un terme.	Deux termes.	Trois termes.	Quatre termes.	Valeur exacte.
c_s^0..........	4290,52	4456,72	4460,58	4459,91	4458,92
c_s^1..........	»	»	4445,13	4447,15	4447,80
c_s^2..........	»	»	4398,78	4408,88	4405,24
c_s^3..........	»	»	4321,53	4345,10	4338,60
c_s^4..........	»	»	4213,37	4255,79	4238,59

» Pour Vénus et la Terre, $\log \alpha = \bar{1},8593378$:

	Un terme.	Deux termes.	Trois termes.	Valeur exacte.
b_6^0	24396,01	23721,02	23779,38	23772,3
b_6^1	»	»	23826,07	23805,5
b_6^2	»	»	23966,10	23909,6
b_6^3	»	»	24199,56	24085,8
b_6^4	»	»	24526,37	24346,6

» On voit que l'approximation, très remarquable pour des valeurs faibles de l'indice supérieur, diminue quand cet indice augmente notablement. J'indiquerai d'autres démonstrations de la formule approchée qui rendent compte de ce fait. »

ASTRONOMIE. — *Sur la figure de la planète Mars.* Note de M. **H. Hennessy.**

« Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* en octobre 1878 (¹), j'ai réclamé la priorité de la découverte de la formule qui établit une relation entre l'aplatissement polaire d'une planète, sa densité moyenne et sa densité à la surface. Me basant sur ces formules, j'en ai tiré quelques conclusions relatives à la configuration de la planète Mars.

» Tout récemment, un astronome américain, M. le professeur C.-A. Young, a publié une série d'observations sur les diamètres équatoriaux et polaires de la planète Mars. Ces expériences paraissent avoir été faites avec le plus grand soin et dans les circonstances les plus favorables; les observations étant réduites et corrigées des légères influences d'aberration, on a la valeur finale de e ou de la compression polaire

$$e = \frac{1}{219}.$$

» Il est facile de démontrer que cette valeur s'accorde mieux avec l'hypothèse d'une fluidité antérieure de la planète qu'avec l'hypothèse d'une érosion superficielle par l'action d'un océan liquide ayant la même densité que l'eau.

» Si la planète Mars avait été primitivement dans un état de fluidité dû à la chaleur, la masse se trouverait distribuée en surfaces sphéroïdales d'égales densités, la densité croissant de la surface au centre.

(¹) *Comptes rendus*, n° 22, 1868; *American Journal of Science*, march 1880, p. 206.

» L'ellipticité dépendrait de cette loi et de la périodicité du temps de rotation de la planète, comme c'est le cas pour la Terre. Dans un pareil liquide sphéroïdal

$$e' = \frac{5Q'}{2} F(a'),$$

où Q' est le rapport de la force centrifuge à la gravité à l'équateur et $F(a')$ une fonction du rayon dont la forme est subordonnée à la loi qui régit les variations de densité en allant de la surface au centre.

» Si nous désignons par T' le temps de rotation de la planète, par a' son rayon moyen, par M' sa masse et par g' l'intensité de la force de gravitation à sa surface, nous aurons

$$Q' = \frac{4\pi^2 a'}{T'^2 g'}, \quad g' = \frac{M'}{a'^2}$$

et, conséquemment,

$$Q' = \frac{4\pi^2}{T'^2} \frac{a'^3}{M'};$$

pour la Terre, nous avons

$$Q = \frac{4\pi^2 a}{T^2 g} \quad \text{et} \quad g = \frac{M}{a^2},$$

de là

$$g' = g \frac{M'}{M} \left(\frac{a}{a'}\right)^2$$

et, par conséquent,

$$Q' = Q \left(\frac{T}{T'}\right)^2 \left(\frac{a'}{a}\right)^3 \frac{M}{M'}.$$

» Les astronomes admettent généralement que $\frac{a'}{a} = 54$ environ.

» $T = 86164''$, $T' = 24^h 37^m 22^s,7$ ou $T' = 886427''$. Si nous admettons pour les masses de la Terre et de Mars la valeur déterminée par Le Verrier, nous aurons

$$M = \frac{1}{324439} \quad \text{et} \quad M' = \frac{1}{2812526} \quad Q = \frac{1}{289};$$

par suite,

$$Q' = \frac{1}{224,07}.$$

» Pour la Terre, $e = \frac{5}{2} Q F(a)$, et, si $F(a)$ a la même valeur dans Mars ou, pour mieux dire, si la densité varie de la surface au centre comme pour la Terre, $\frac{e'}{e} = \frac{Q'}{Q}$ ou $e' = \frac{Q'}{Q} e$.

» Mais, comme la dernière détermination de e donne $e = \frac{1}{293,46}$, le calcul conduit à $e' = \frac{1}{227,61}$.

» Comme la planète Mars offre à sa surface l'apparence d'un fluide aqueux, on a pu recourir à une théorie quelquefois invoquée pour expliquer la figure de Mars. On a supposé une érosion de la surface combinée avec la force centrifuge qui résulte de la rotation autour de l'axe planétaire. Cette théorie a été soutenue par sir Charles Lyells dans les éditions successives de ses *Principes de Géologie;* bien qu'il ait été démontré qu'elle se trouve en désaccord avec les résultats mathématiques, elle est encore admise par un grand nombre de géologues d'Angleterre et d'Écosse. Cette théorie avait été originairement proposée dans ce dernier pays par Playfair, et l'autorité de cet illustre mathématicien servit à la propager [1].

» En ce qui regarde la théorie de l'érosion par un liquide en mouvement sur la surface d'une planète, j'ai trouvé pour l'ellipticité du liquide enveloppant

$$e = \frac{5\,QD + 6(D' - 1)\varepsilon}{Q(5D - 3)},$$

ε étant l'ellipticité de la surface solide, D la densité moyenne et D′ la densité de ses matériaux solides à la surface; la plus grande valeur que e puisse prendre correspond à $e = \varepsilon$, et alors

$$e = \frac{5QD}{Q(5D - 3) - 6(D' - 1)}.$$

» Pour ce qui regarde la Terre, les valeurs généralement admises pour la densité moyenne de la planète et la densité de la croûte solide sont, en nombres ronds, $D = 5,6$ et $D' = 2,6$. Avec ces nombres il est évident que e ne peut excéder $\frac{1}{417}$.

» La plus petite valeur que l'on puisse donner à D dans le présent état de nos connaissances est à peu près égale à deux fois D′; et par suite $e = \frac{5}{7}Q = \frac{1}{404,6}$.

» Comme je l'ai déjà fait observer, la théorie de l'érosion ne peut rendre compte de la figure de la Terre d'une manière aussi satisfaisante que la théorie de l'entière fluidité primitive.

» Si Mars était un solide homogène, la théorie de l'érosion rendrait aussi bien compte de l'ellipticité observée que s'il s'agissait d'un fluide homogène, car, dans l'un et l'autre cas, e serait alors $\frac{5}{4}Q'$, d'où $e' = \frac{1}{179,24}$, va-

---

[1] *Illustrations of the huttonian Theory* (*Playfair's Works*, t. I, p. 480).

leur qui est sensiblement plus grande que le résultat obtenu par les meilléures observations.

» Les recherches de divers astronomes ont récemment démontré que la surface de Mars offre une distribution bien définie de matière solide et de matière liquide. Les terres paraissent former des groupes d'îles et non de grands continents.

» Si la figure de la planète différait de celle qui est déduite de l'hypothèse de la fluidité primitive, si son aplatissement était moindre ou bien plus grand, une pareille distribution de terres et d'eau ne pourrait exister. Avec un grand aplatissement, la terre formerait une grande ceinture vers l'équateur; avec un aplatissement minime ou une figure sphérique, la terre formerait deux continents circumpolaires ayant un océan équatorial intermédiaire. Tous les observateurs récents s'accordent à donner à la planète une distribution différente de celle qui aurait lieu dans ce dernier cas. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équivalence des formes.* Note de M. C. **Jordan**.

« Considérons, avec M. Hermite, les formes de l'espèce suivante :

$$F = \text{norme}(a_{11}x_1 + \ldots + a_{1n}x_n) + \ldots + \text{norme}(a_{n1}x_1 + \ldots + a_{nn}x_n),$$

où les variables x et les coefficients a sont des quantités complexes, de la forme $\alpha + \beta i$. Nous pourrons énoncer les propositions suivantes :

» I. *Toute forme* F *de déterminant* $\gtrless 0$ *est équivalente à une réduite de même espèce, où les modules des coefficients sont limités en fonction de la norme* Δ *du déterminant de* F *et du minimum* μ *de cette forme.*

» II. *Les formes* F *à coefficients entiers et de même déterminant se répartissent en un nombre limité de classes.*

» III. *Les substitutions linéaires à coefficients entiers qui transforment une réduite en elle-même ou en une autre réduite ont les modules de leurs coefficients limités. La limite ne dépend que du nombre des variables.*

» Ces résultats permettent d'étendre aux formes de degré > 2 et à coefficients complexes les méthodes employées par M. Hermite dans ses recherches sur l'équivalence des formes quadratiques. Nous établissons en effet les théorèmes suivants :

» IV. *Toute forme* F *à coefficients entiers est équivalente à une réduite dont les coefficients ont leurs modules limités en fonction entière des modules des*

invariants de F. (*Si* F *avait des covariants identiquement nuls, ce qui n'arrivera certainement que dans certains cas particuliers, la limite dépendrait également des entiers numériques qui figurent dans l'expression des coefficients de ces covariants*).

» V. *Les formes à coefficients entiers algébriquement équivalentes à une forme donnée quelconque se distribuent en un nombre limité de classes.*

» VI. *Soient* F, G *deux formes à coefficients entiers, à* n *variables et de degré* m. *Le nombre des substitutions distinctes qui transforment* F *en* G *sera limité en fonction de* m *et de* n, *et les modules de leurs coefficients seront limités en fonction des mêmes quantités et des modules des coefficients de* F *et de* G.

» On pourra donc, par un nombre limité d'essais, reconnaître si F et G sont équivalentes et déterminer toutes les substitutions à coefficients entiers qui transforment F en G.

» Les théorèmes IV, V, VI peuvent se trouver en défaut dans les deux cas suivants : 1° si les formes considérées sont quadratiques; 2° si leur discriminant est nul. Dans ces cas exceptionnels, une nouvelle étude est nécessaire. M. Poincaré, dont les travaux sur ce sujet concordent avec les nôtres, vient d'effectuer cette discussion pour les formes cubiques ternaires (*Comptes rendus*, séance du 7 juin 1880). »

PHYSIQUE. — *Les tensions des vapeurs saturées ont des modes de variation différents selon qu'elles sont émises au-dessus ou au-dessous du point de fusion.* Note de M. **Paul de Mondesir.**

« Pour faire voir que le passage par le point de fusion change le mode de variation des tensions des vapeurs, j'ai eu recours, dans une Note précédente, à des différences numériques. Lorsqu'on examine la même question sur les courbes, voici ce qu'on observe en comparant un corps A qui reste liquide dans toute l'étendue de sa courbe avec un corps B dont la courbe contient au contraire le point de fusion. Dans ce cas, on ne réussit jamais, par l'emploi des paramètres, à identifier les deux courbes dans toute leur étendue; lorsque la superposition se produit bien pour les parties liquides, la partie solide de B se sépare nettement de la partie liquide correspondante de A. La divergence ne se réduit pas d'ailleurs à une variation du paramètre : elle est de nature plus complexe, car, si l'on prend isolément la portion de courbe qui correspond au solide, on ne peut, en général, l'identifier à aucune courbe de corps liquide.

» J'ai déjà rencontré cette objection que, si les différences étaient aussi marquées, elles auraient dû être aperçues, notamment lorsqu'on cherche à représenter par une seule courbe les vapeurs de l'état solide et de l'état liquide. Il est donc utile de donner quelques explications sur ce point. Admettons que pour les vapeurs d'un même corps il y ait deux courbes, relatives l'une à l'état liquide, l'autre à l'état solide. Ces deux courbes se coupent sous un angle très obtus, et leurs parties efficaces forment ainsi une sorte d'accent circonflexe très aplati, dont le sommet est au point de fusion. Il s'agit de voir comment on peut représenter approximativement cet ensemble par une seule exponentielle. Or Regnault a maintes fois insisté sur le fait suivant : quand on calcule les coefficients d'une exponentielle à trois termes pour représenter une vapeur, il arrive toujours que le dernier terme n'est qu'un terme de correction agissant seulement sur les bas degrés. Dans le cas actuel on peut donc prendre la formule de l'état liquide et modifier son dernier terme, afin d'abaisser la partie inférieure de la courbe sans qu'il en résulte de changement pour la partie supérieure. Si la modification n'agit qu'au-dessous du point de fusion, toute la partie liquide reste intacte, mais la courbe ne peut descendre assez vite pour suivre la courbe de l'état solide ; elle reste donc d'abord au-dessus, puis elle la coupe assez loin sous un angle aigu qui permet la confusion, ou elle la coupe plus près sous un angle alors très notable : le premier cas se réalise dans la courbe de l'eau spécialement calculée entre 0° et 100° ; le second est celui du chlorure de cyanogène. Si, au contraire, la nouvelle courbe commence à descendre au-dessous de celle de l'état liquide à 20° ou 30° avant le point de fusion, le maximum d'écart sera en ce point, et, grâce à cette sorte de préparatif, la nouvelle courbe ira, un peu plus loin, couper celle de l'état solide sous un angle extrêmement aigu et se confondre avec elle ou ensuite passer un peu au-dessus : ces conditions sont exactement réalisées par la courbe générale de l'eau, par celles de la benzine et du chlorure de carbone. Dans tous les cas, l'écart de représentation est petit, et l'on voit qu'il n'a aucun rapport de grandeur avec la divergence réelle des courbes des deux états solide et liquide.

» Ce que je viens d'indiquer comme résultat de modifications successives de la courbe se réalise de prime abord lorsqu'on cherche à représenter une série d'observations sur l'état solide et sur l'état liquide, et les différents cas dont j'ai parlé se produisent, sans que l'opérateur en ait conscience, par cela même que l'un des points par lesquels la courbe est assujettie à passer tombe plus ou moins près du point de fusion.

Ces circonstances expliquent bien que Regnault, voyant des écarts se présenter sous des aspects très variables, les ait considérés comme des accidents et en ait donné des explications qui, je crois, ne sont plus applicables lorsqu'on envisage l'ensemble de tous les corps.

» En effet, la première explication est que le corps solide donne moins aisément que le liquide l'équilibre de température et de tension nécessaire à l'exactitude des mesures. Mais si ce fait avait exercé une influence appréciable, ce serait surtout dans les études spéciales faites aux environs des points de fusion. Or il n'en est rien : nous devons donc admettre que Regnault, tout en signalant la difficulté, a réussi à la surmonter. La seconde explication, la principale, est que, lors du passage à l'état solide, de petites quantités de matières étrangères, qui, noyées dans la masse liquide du corps principal, étaient sans influence, peuvent se séparer et changer la tension de vapeur. Cette cause expliquerait très bien pourquoi l'hydrocarbure de brome, à l'opposé de tous les autres corps, présente au-dessous du point de fusion un relèvement très marqué dans la marche des tensions, d'autant plus que les expériences donnent des résultats très irréguliers où l'on voit la même tension pour des températures différant de 6°. Mais la présence de corps étrangers n'est pas admissible pour l'eau, l'acide carbonique, ni pour la benzine, dont Regnault dit qu'il ne pouvait avoir aucun doute sur sa pureté.

» Les explications basées sur des erreurs d'expérience étant écartées, il ne reste plus, ce me semble, qu'à admettre la réalité des différences de marche des tensions au-dessus et au-dessous du point de fusion. Mais, en m'arrêtant à cette conclusion, je tiens à bien préciser que je la restreins à son énoncé et que, dans mon opinion, elle n'implique rien sur l'existence d'un point saillant, d'une tangence ou même d'un ressaut au point de fusion, ni sur une différence de tension entre le corps à l'état de surfusion et le corps solide à la même température.

» Dans ma Note précédente, je me suis trompé en disant que pour la Table de l'eau au-dessous de zéro Regnault avait en partie abandonné sa formule; mais cette erreur n'a aucune influence sur l'ensemble de la question. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du bromure de méthyle et de l'iodure de méthyle sur la monométhylamine.* Note de MM. **E. Duvillier** et **A. Buisine**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une précédente Note ([1]), nous avons montré que dans l'action du nitrate de méthyle sur la monométhylamine il se formait, comme produit principal de la réaction, du nitrate de tétraméthylammonium et seulement une petite quantité de diméthylamine et de triméthylamine.

» Dans le but d'obtenir la diméthylamine en quantité notable, nous avons essayé l'action du bromure de méthyle et de l'iodure de méthyle sur la monométhylamine. Nous sommes arrivés à des résultats identiques à ceux que nous avait fournis le nitrate de méthyle. Ce sont ces résultats que nous allons faire connaître.

» Nous avons fait réagir à 100° en vase clos le bromure de méthyle (1^{mol}) sur une solution dans l'esprit de bois de monométhylamine (1^{mol}). La réaction terminée, on décompose par la potasse les produits de la réaction, afin de mettre en liberté les bases volatiles. Celles-ci, comme nous l'avons constaté, sont formées presque entièrement de monométhylamine non transformée et ne renferment qu'une très petite quantité de diméthylamine et de triméthylamine. Ceci nous conduit à rechercher dans les produits de la réaction la présence du bromure de tétraméthylammonium.

» A cet effet, on reprend les produits d'où l'on a chassé les bases volatiles par l'ébullition en présence d'un excès de potasse. Ces produits sont saturés par l'acide sulfurique. Par concentration, la plus grande partie du sulfate de potasse se sépare. Les eaux mères sont amenées à sec et reprises par l'alcool bouillant qui laisse insoluble la plus grande partie du bromure de potassium. Par refroidissement, la solution alcoolique laisse déposer en abondance de grandes lamelles qu'on purifie par quelques cristallisations dans l'alcool. Ce sel, soumis à l'analyse, a fourni des nombres qui répondent parfaitement à la composition du bromure de tétraméthylammonium. Ce sel est le produit principal de la réaction.

» L'action du bromure de méthyle sur la monométhylamine ne nous ayant pas fourni les résultats désirés, nous avons eu recours à l'action de l'iodure de méthyle.

([1]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 872; 1880.

» Nous avons fait réagir l'iodure de méthyle (1^{mol}) sur une solution dans l'esprit de bois de monométhylamine (1^{mol}), en faisant tomber goutte à goutte l'iodure de méthyle dans la solution de la base. Il se produit aussitôt une réaction violente et il se forme immédiatement un précipité très abondant d'iodure de tétraméthylammonium. On termine ensuite la réaction en chauffant doucement, puis on sépare le précipité et on traite la liqueur par la potasse pour en chasser les bases volatiles. Celles-ci sont formées presque entièrement par de la monométhylamine; elles ne renferment qu'une petite quantité de diméthylamine et de triméthylamine.

» L'action du bromure et de l'iodure de méthyle sur la monométhylamine est donc en tout semblable à celle du nitrate de méthyle sur la monométhylamine. Elle ne peut servir qu'à préparer la base quaternaire.

» L'action de ces trois éthers sur la méthylamine est donc comparable à l'action de l'iodure de méthyle sur l'ammoniaque. Hofmann a constaté que dans ce cas il se formait, comme produit principal de la réaction, de l'iodure de tétraméthylammonium ([1]).

» Ces expériences montrent que la production de la diméthylamine est une opération longue, puisque cette base ne se forme qu'en très faible quantité dans ces différentes réactions. On connaît, il est vrai, d'autres procédés pour produire la diméthylamine : ainsi Bæyer et Caro ([2]) ont proposé de décomposer la nitrosodiméthylaniline par la potasse et Mertens ([3]) a conseillé de décomposer la dinitrodiméthylaniline par la potasse. Mais, comme ces procédés exigent des manipulations longues et laborieuses, nous croyons devoir recommander, comme étant la source la plus avantageuse de la diméthylamine, le produit désigné dans le commerce sous le nom de *triméthylamine*.

» Nous avons donné la composition de ce produit et le procédé à suivre pour en retirer, à l'état de pureté, les différentes bases qu'il renferme, dont la moitié environ est formée par de la diméthylamine ([4]). Ce produit se recommande en outre par la modicité de son prix. »

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXIII, p. 146; 1851.
([2]) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. VII, p. 963; 1874.
([3]) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. X, p. 995; 1877.
([4]) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 48 et 709; 1879.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation du térébenthène en cymène.* Note de M. **Bruère**, présentée par M. Cahours.

« La transformation d'un carbure C^nH^{2n-4} en carbure aromatique ne s'obtient qu'avec difficulté, soit qu'on opère une soustraction d'hydrogène par l'action du brome, soit qu'on l'oxyde par l'acide sulfurique concentré, comme dans la préparation du térébène. Au point de vue de la préparation, le moyen le plus rapide et le plus économique d'obtenir le cymène consiste à laisser tomber goutte à goutte de l'essence de térébenthine rectifiée sur une couche d'acide sulfurique additionné de 2^{mol} d'eau et maintenu en ébullition dans un ballon spacieux. Le mélange d'eau, d'acide sulfureux, de térébenthène inaltéré et de cymène qui résulte de cette réaction est dirigé dans un réfrigérant. Le produit, après la séparation de l'eau, est débarrassé de l'acide sulfureux par l'addition de carbonate de soude; on le dessèche ensuite sur du chlorure de calcium; puis, après un ou deux tours de fractionnement avec l'appareil à plateaux de Lebel-Henninger, on purifie complètement le cymène en l'agitant à froid avec de l'acide sulfurique, afin de polymériser le térébenthène qu'il pourrait retenir. Finalement, on rectifie et l'on prend ce qui passe entre 175° et 176°. Il se sépare dans cette opération un résidu charbonneux assez abondant.

» Après diverses tentatives infructueuses pour remplacer l'acide sulfurique, qui, en raison de son action trop énergique, charbonne une partie du térébenthène, par des bisulfates alcalins ou des oxydants tels que les acides arsénique et chromique, j'ai été amené à étudier la réaction suivante, dont les résultats sont d'une netteté parfaite.

» Lorsque l'on traite 1^{mol} de térébenthène par 1^{mol} de sulfate neutre d'éthyle en vase clos, à 120°, pendant dix ou quinze heures, le mélange se colore fortement et présente parfois des tons violets très riches. L'examen du contenu des tubes montre qu'ils renferment de l'acide sulfureux, du cymène et de l'éther éthylique formés en vertu de l'équation suivante :

$$C^{10}H^{16} + SO^4(C^2H^5)^2 = SO^2 + (C^2H^5)^2O + H^2O.$$

L'essence de térébenthine et le sulfate d'éthyle, plus dense qu'elle, ne se dissolvent pas à froid, quelque temps que l'on prolonge leur contact. Pour tâcher d'expliquer la réaction précédente par une combinaison transitoire

peu stable, analogue à celles trouvées dans ces derniers temps pour l'acide sulfurique, j'ai chauffé pendant cent heures, au bain-marie et en vase clos, le mélange de térébenthène et de sulfate d'éthyle ci-dessus. Dans ces conditions, les deux couches disparaissent peu à peu, et le liquide devient parfaitement homogène; il est plus dense que l'eau, stable à la température ordinaire et présente une couleur jaune citron et une odeur particulière. Placée dans un mélange réfrigérant à — 20°, cette solution, se comportant en quelque sorte comme les corps plus solubles à chaud qu'à froid, se sépare en deux couches formées de ses composants primitifs, déposés par ordre de densité, couches qui d'ailleurs se dissolvent de nouveau par l'agitation, dès que la température remonte à — 10°.

» D'après ces observations et les poids moléculaires mis en jeu, il paraît donc se former une combinaison très peu stable de térébenthène et de sulfate d'éthyle $C^{10}H^{16}, SO^4(C^2H^5)$, qui, par sa destruction ultérieure sous l'influence de la chaleur, donne du cymène et de l'éther [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de l'indoline et de ses composés.* Note de M. E. GIRAUD [2].

« Dans une Note précédente [3], j'ai indiqué la préparation de la flavindine de Laurent et sa transformation en indoline, produit découvert par M. Schützenberger; mais ce mode de formation, qui consiste à sublimer la flavindine avec de la poudre de zinc, est très imparfait et donne de très mauvais résultats. J'ai cherché à lui en substituer un autre.

» La flavindine, dissoute dans une solution de soude caustique très étendue, est mise en contact prolongé (deux ou trois jours environ) avec de l'amalgame de sodium à 3 pour 100. On voit se déposer peu à peu dans la solution une poudre jaune sale, provenant de la réduction de la flavindine par l'hydrogène naissant. Après réduction complète, on lave la masse à l'eau pour lui enlever la soude en excès, on fait dissoudre le produit dans l'alcool pour le purifier, on le précipite par une grande quantité d'eau et on lave; on a ainsi un produit qui ne laisse que des traces de cendres. Si l'on voulait obtenir l'indoline chimiquement, il suffirait de la sublimer dans un creuset de porcelaine.

(1) Ce travail a été exécuté au laboratoire de M. Cahours, à l'École Polytechnique.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 104.

» On peut représenter la réaction de l'amalgame de sodium sur la flavindine par l'équation suivante :

$$C^{32}H^{24}Az^4O^5 + 14H = 2(C^{16}H^{14}Az^2) + 5H^2O.$$

» J'ai pu reproduire la réaction de l'acide picrique indiquée par M. Schützenberger et obtenir par substitution quelques composés de ce corps.

» Une solution d'indoline dans le chloroforme, traitée par le chlore sec et purifiée par une seconde dissolution dans le chloroforme, donne un produit assez semblable à l'indoline et dont l'analyse conduit à la formule

$$C^{16}H^{12}Az^2 \left\{ \begin{matrix} Cl \\ Cl \end{matrix} \right. .$$

» L'indoline, traitée à chaud par l'acide nitrique, donne une solution qui est précipitée par l'eau. Le produit solide, purifié par cristallisation dans l'alcool, est d'un beau jaune orangé; il correspond à la formule

$$C^{16}H^{12}Az^2 \left\{ \begin{matrix} AzO^2 \\ AzO^2 \end{matrix} \right. .$$

» En chauffant pendant une heure à 180° l'indoline avec de l'acide sulfurique fumant, on obtient une masse qui, saturée par le carbonate de soude, donne un sel cristallisé dont l'analyse a conduit à la formule

$$C^{16}H^{12}Az^2 \left\{ \begin{matrix} SO^3Na \\ SO^3Na \end{matrix} \right. . »$$

ZOOLOGIE. — *Sur l'existence d'une circulation lymphatique chez les Pleuronectes.* Note de M. S. JOURDAIN, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« On sait qu'il existe dans les diverses parties du corps des Poissons osseux un ensemble de vaisseaux et d'espaces interorganiques renfermant un liquide qui présente les caractères essentiels de la lymphe.

» Il était intéressant d'observer à l'aide du microscope, sur des animaux vivants, ces vaisseaux et leur contenu.

» Nous avons fait choix pour cet examen de très jeunes Pleuronectes (*Platessa vulgaris* Cuv., *Plat. flesus* Cuv.), qu'on peut se procurer, à mer basse, dans les ruisseaux qui sillonnent nos plages sablonneuses. Couchés sur le flanc, leurs nageoires impaires s'appliquent sur la lame porte-objet, laissant voir par transparence, avec une grande netteté, les vaisseaux san-

guins et lymphatiques qui s'y distribuent. Pour bien observer les faits que nous allons exposer, il convient de s'adresser à des sujets qui viennent d'être pêchés et d'employer un grossissement de 250 à 300 diamètres.

» Chacun des rayons des nageoires se montre accompagné de six vaisseaux (*vaisseaux épineux*), trois d'un côté, trois de l'autre. Des trois vaisseaux de chaque groupe, l'un contient du sang coloré, les deux autres du sang blanc. Des deux vaisseaux épineux à sang coloré, l'un fonctionne comme artère, l'autre comme veine. L'artère et la veine d'un même rayon communiquent par plusieurs arcs anastomotiques.

» Les deux vaisseaux qui accompagnent l'artère d'un côté et la veine de l'autre contiennent un liquide hyalin charriant de nombreux globules lymphatiques. Ils se distinguent, en outre, des vaisseaux à sang coloré : 1° par leur diamètre plus irrégulier; 2° par un contenu moins riche en globules; 3° par le transport moins rapide de ces derniers, que, sous les grossissements indiqués, on peut suivre de l'œil, ce qui est impossible pour les hématies.

» Mais ce qu'il est important de remarquer, c'est que, dans les deux vaisseaux lymphatiques accolés à l'artère et à la veine épineuses, lymphatiques qui communiquent à leur partie terminale par une anse anastomotique, le cours de la lymphe s'effectue en sens inverse. L'un de ces lymphatiques est destiné à porter la lymphe vers l'extrémité du rayon, l'autre à la ramener vers la base de celui-ci. L'artère et la veine épineuses sont donc accompagnées chacune d'un vaisseau lymphatique afférent et d'un vaisseau efférent, d'une *artère* et d'une *veine lymphatiques*, si l'on peut s'exprimer ainsi.

» Il existe donc dans les Pleuronectes, et probablement dans les Téléostéens en général, une circulation de la lymphe comparable à la circulation du sang. Des vaisseaux sont chargés de transporter la lymphe vers les parties périphériques, tandis que d'autres la rapportent vers un réservoir central. Ce qui rend encore plus étroite la ressemblance entre le système à globules colorés et le système à globules lymphatiques, c'est l'existence, dans les branchies, d'un ensemble de vaisseaux lymphatiques disposés sur le plan des vaisseaux à sang coloré et constituant vraisemblablement, pour la lymphe, un système afférent et efférent, grâce auquel ce liquide vient se mettre en rapport avec l'air, comme le sang lui-même.

» Fohmann, se fondant uniquement sur des considérations d'ordre anatomique, avait entrevu ces afférents et ces efférents de l'appareil respiratoire que J. Müller se refusa à admettre.

» Dans les jeunes Pleuronectes, mesurant $0^m,020$ à $0^m,025$ de longueur, on n'aperçoit point, sauf à la base de la nageoire, d'anastomoses transversales entre les vaisseaux à hématies de deux rayons voisins. On constate, par contre, la présence de plusieurs branches traversant la membrane interépineuse et unissant entre eux les lymphatiques épineux tant afférents qu'efférents. Il existe donc une période pendant laquelle ce sont les vaisseaux à sang blanc qui apportent les matériaux de nutrition aux tissus interépineux. Remarquons aussi que les lymphatiques se prolongent jusque vers l'extrémité du dernier article, dont les vaisseaux à sang coloré atteignent à peine la base.

» Lorsque l'animal demeure quelque temps en observation sur la lame porte-objet, la circulation de la lymphe ne tarde pas à devenir languissante, alors que celle du sang paraît avoir conservé toute son activité.

» Dans les jeunes Pleuronectes conservés en captivité, la circulation lymphatique perd, au bout de quelques heures, son énergie; des embolies globulaires se produisent, et une *anémie lymphatique* s'accuse par la diminution notable du nombre des globules blancs.

» Quel est l'agent moteur dans la circulation de la lymphe? Pour répondre à cette question d'une façon satisfaisante, de nouvelles recherches sont nécessaires. Dans les Pleuronectes, en particulier, il ne faut point chercher de réservoir central pourvu de muscles intrinsèques. Les fibres contractiles qui agissent sur lui sont des éléments d'emprunt, fournis par la musculature de l'appareil respiratoire et établissant entre ce dernier et l'appareil lymphatique une solidarité fonctionnelle, dont le Congre nous a déjà présenté un exemple.

» La circulation lymphatique se retrouve-t-elle dans des Vertébrés autres que les Téléostéens? Il n'y a pas témérité, croyons-nous, à pencher pour l'affirmative. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action physiologique du* Thalictrum macrocarpum. Note de MM. Bochefontaine et Doassans [1], présentée par M. Vulpian.

« L'un de nous, M. Doassans, a étudié dans ces derniers temps une plante de la famille des Renonculacées, du genre *Thalictrum*, le *Thalictrum macrocarpum*, Gren. Cette espèce, remarquable par le volume de ses

[1] Travail du laboratoire de M. Vulpian.

parties souterraines, représente à elle seule, en Europe, la section des *Physocarpum* et vit dans une partie très limitée des Pyrénées, c'est-à-dire dans la région calcaire de la haute vallée d'Ossau (Basses-Pyrénées).

» Des expériences préliminaires ayant démontré que l'extrait de *Thalictrum macrocarpum* est toxique, M. Doassans tenta d'en séparer la partie active, et c'est alors qu'il retira des racines de ce pigamon pyrénéen une matière colorante cristallisée en petits prismes jaune clair, non azotée, dépourvue de propriétés physiologiques évidentes, ainsi que l'a constaté M. Vulpian, et qu'il désigna sous le nom de *macrocarpine*.

» M. Doassans entreprit donc de nouvelles recherches afin d'isoler l'élément actif de l'extrait de *Thalictrum*, et il obtint un autre corps, cristallisable sous forme d'aiguilles ténues, incolores, groupées autour d'un centre commun, à peine solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, possédant les réactions des alcaloïdes, et capables de se combiner avec des acides pour former des sels solubles dans l'eau; il donna à cette substance le nom de *Thalictrine*. Nous pûmes voir facilement alors que la thalictrine jouit des propriétés toxiques et de l'action physiologique reconnues à l'extrait de *Thalictrum*, et que, par conséquent, elle constitue le principe actif des racines de cette plante. Restait à préciser le pouvoir toxique et l'action physiologique du *Thalictrum macrocarpum*.

» Notre étude expérimentale sur ce sujet a été poursuivie dans quelques cas avec la thalictrine elle-même, le plus souvent avec l'extrait de *Thalictrum*. Elle a été faite sur des grenouilles et sur des mammifères, tels que chiens, lapins, cobayes, et ses résultats nous ont paru mériter d'être présentés à l'Académie.

» Avant d'aller plus loin, il convient de faire remarquer que l'extrait de *Thalictrum* détermine des effets locaux irritants dont le sulfate et le chlorhydrate de thalictrine sont dépourvus, et de dire que ces effets ont été évités dans toutes les expériences qui servent de base à notre analyse des propriétés toxiques et physiologiques de la thalictrine.

» Chez la grenouille, la dose d'extrait inséré sous la peau et nécessaire pour déterminer la mort est de $0^{gr},02$ ou $0^{gr},03$; l'animal meurt dans l'espace de trois à quatre heures. La thalictrine étant très peu soluble dans l'eau, nous avons dû rechercher sa puissance toxique au moyen de ses sels, les sulfate et chlorhydrate de thalictrine, qui sont mortels, à la dose de $0^{gr},002$ à $0^{gr},005$, dans l'espace de vingt à quarante minutes environ.

» Chez les mammifères comme le chien, 1^{gr} ou $1^{gr},5$ d'extrait de *Thalictrum* injecté dans une veine donne la mort au bout de cinq à dix minutes.

Introduit sous la peau, à la dose de 3^{gr} à 4^{gr}, l'extrait tue dans un intervalle de temps qui varie entre trois et six heures.

» La grenouille qui a reçu de la thalictrine perd sa motilité spontanée, puis sa motilité réflexe dans toutes les parties du corps, excepté dans les globes oculaires. Ces derniers mouvements finissent par disparaître, et le cœur, irrégulier d'abord, puis ralenti progressivement, s'arrête en diastole.

» Sur le chien, les premiers symptômes de l'intoxication consistent dans un état de somnolence avec affaiblissement général, bientôt accompagné de vomissements répétés, de défécation et de miction. La pression sanguine diminue considérablement. L'affaiblissement paralytique augmente rapidement, sans convulsions, et la sensibilité générale disparaît presque totalement. Les battements du cœur sont énergiques, tandis que le pouls est accéléré et très faible. La respiration est plus fréquente et les mouvements respiratoires deviennent plus amples.

» Tout d'un coup, l'animal qui s'est affaissé complètement pousse des cris aigus de douleur; il est pris d'une convulsion générale suprême, les pupilles sont dilatées, et l'on peut s'assurer que les respirations et les pulsations cardiaques, devenues plus lentes, sont arrêtées.

» Le cœur est alors définitivement arrêté, tandis que les mouvements respiratoires reparaissent encore quelques instants. Toutefois, si la quantité de substance n'est pas trop considérable, la période terminale qui suit cette convulsion générale peut se prolonger pendant un certain temps, la respiration rappelant quelques mouvements du cœur, mais jamais l'animal ne revient à la vie.

» Aussitôt après la mort, on voit que l'excito-motricité des nerfs et la contractilité musculaire sont diminuées, et que les courants faradiques les plus intenses sont impuissants à provoquer la moindre contraction u cœur.

» Ces recherches, qui doivent être complétées, autorisent à conclure que la thalictrine porte son action d'abord sur le système nerveux central encéphalo-médullaire, puis sur le cœur, pour en arrêter les fonctions et en abolir les propriétés, qu'elle atteint l'excito-motricité nerveuse et diminue la contractilité musculaire.

» La thalictrine pourrait être rapprochée de l'aconitine, autre principe éminemment toxique fourni, comme on le sait, par une plante de la même famille que notre *Thalictrum*, à cause des effets physiologiques multiples qu'elle détermine; mais elle en diffère en ce sens que les phénomènes de paralysie du système nerveux qu'elle détermine sont plus accusés que

ceux qui sont dus à l'aconitine, tandis que les vomissements et les troubles respiratoires sont plus marqués avec l'aconitine qu'avec la thalictrine. Enfin l'aconitine est toxique à dose beaucoup plus faible que la thalictrine; partant, celle-ci est plus facile à manier, et il est probable qu'elle présenterait pour cette raison quelques avantages si l'on venait à l'importer dans la Thérapeutique. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'analyse micrographique des eaux.* Note de M. **A. Certes**, présentée par M. Pasteur.

« Les services que l'analyse chimique rend chaque jour à la Médecine et à l'Hygiène publique sont trop connus pour qu'il soit nécessaire de les rappeler ici. Il est néanmoins certain qu'elle est impuissante à faire connaître la nature et même à déceler la présence des êtres microscopiques que l'on rencontre dans les eaux les plus pures et qui pullulent dans les eaux chargées de matières organiques. Pour ces recherches, il faut nécessairement recourir au microscope.

» Dujardin, il y a longtemps déjà, signalait la difficulté de récolter des microzoaires en dehors des infusions naturelles ou artificielles dans lesquelles certaines espèces très communes se multiplient dans des proportions énormes. Or, les infusoires sont des géants en comparaison de ces microbes dont les travaux de M. Pasteur ont mis en évidence le rôle prépondérant dans l'origine et la marche des épidémies et des maladies contagieuses.

» Dans les eaux pures, plus encore que dans les liquides de l'organisme, la chasse au microbe est soumise au hasard. La patience et l'habileté de main n'y peuvent rien ou presque rien. Fort heureusement, certains réactifs chimiques, notamment l'*acide osmique* (¹), tuent les organismes sans les déformer. Une fois tués, ils tombent et se déposent au fond du récipient en quantités appréciables, si l'on a eu soin d'opérer sur des masses suffisantes de liquide.

» Une expérience simple permet d'apprécier la sensibilité de ce procédé.

» On met dans un tube à essai 30^{cc} d'eau distillée, dans un second tube 30^{cc} de cette même eau après l'avoir agitée à l'aide d'un bâton de verre dont l'extrémité a été préalablement trempée dans une eau chargée d'infusoires. On traite les deux liquides par la même quantité d'acide osmique.

(¹) Cf. *Note sur une méthode de conservation des infusoires,* par M. A. Certes (*Comptes rendus,* séance du 3 mars 1879).

» Dans le premier tube, l'examen microscopique ne découvre aucun élément figuré; dans le second, on retrouve intacts les organismes transportés dans la faible quantité de liquide qui s'était attachée à la baguette de verre. Cette expérience est concluante. Elle montre à la fois la sensibilité du procédé et la principale difficulté que rencontre l'observateur qui veut arriver à des résultats d'une exactitude absolue. Il faut en effet, préalablement à toute analyse, laver à l'acide sulfurique les verres, les baguettes, les porte-objets, etc., dont on se sert, si l'on veut n'avoir dans le dépôt à examiner que les organismes existant dans le liquide traité par de l'acide osmique ([1]).

» En vue de faciliter la tâche de ceux qui voudraient contrôler mes expériences, j'indiquerai succinctement les procédés techniques auxquels je me suis arrêté après une expérience de plusieurs mois.

» Pour les eaux potables, filtrées ou non, peu chargées de matières organiques, je fais usage d'une solution d'*acide osmique* à 1,5 pour 100. D'après mes expériences, moins de 1^{cc} de cette solution suffit pour 30^{cc} à 40^{cc} d'eau. A cette dose tous les organismes microscopiques animaux et végétaux sont rapidement tués et fixés dans leurs formes ([2]). Au bout de quelques minutes, et afin d'atténuer l'action de l'acide osmique, qui à la longue noircit trop les tissus, on ajoute autant d'eau ([3]) que le permet la dimension de l'éprouvette dont on fait usage.

» Dans certaines eaux très riches en organismes, l'examen microscopique du dépôt peut avoir lieu au bout de quelques heures. Pour les eaux très pures il faut attendre vingt-quatre ou même quarante-huit heures. Dans tous les cas, ce n'est qu'après un délai assez long que le liquide doit être décanté avec précaution, de manière à ne conserver que le dépôt dans 1^{cc} ou 2^{cc} de liquide. A ce moment, l'opération est terminée.

» L'emploi des réactifs colorants présente cependant des avantages que l'on ne saurait passer sous silence. Parmi les plus utiles, je citerai le picrocarminate de Ranvier, le vert de méthyle, l'éosine, l'hématoxyline, le violet de Paris, suivant la nature des organismes et le but qu'on se propose. S'il ne s'agit que de rendre plus facile l'examen micrographique d'organismes

---

([1]) Les diatomées ne sont cependant pas désorganisées par l'acide sulfurique.

([2]) Infusoires, flagellés, amibes, rotifères, vibrions, bactéries, monades, spores, algues, acariens, annélides, arachnides, etc., etc. L'action toxique et fixatrice de l'acide osmique paraît générale.

([3]) Il faut évidemment faire usage d'eau distillée ou de l'eau analysée à l'exclusion de toute autre.

très petits et très transparents, le violet de Paris doit être préféré. Même très dilué, ce réactif colore fortement les objets. La cellulose des végétaux est colorée en bleu, la matière amyloïde en violet rougeâtre; les cils vibratiles, les flagellum et le protoplasma des infusoires prennent une teinte bleu violet. L'excès de la coloration constitue même la principale difficulté dans l'emploi de ce réactif.

» Quel que soit le réactif colorant, il est toujours préférable de l'introduire mélangé à la glycérine diluée; mais il faut prendre des précautions pour que l'action de la glycérine soit très lente et n'amène pas le ratatinement des tissus. Dans ces conditions, l'élection des matières colorantes se fait mieux; les organismes restent transparents et, si l'on veut conserver des échantillons, la glycérine constitue un milieu conservateur et maintient les organismes à l'abri de l'évaporation.

» Il paraît superflu d'insister sur les avantages que l'Histoire naturelle et l'Hygiène publique sont appelées à retirer des progrès de l'analyse micrographique des eaux, bien qu'en aucun cas elle ne puisse tenir lieu de l'étude de l'organisme vivant pour la solution des problèmes physiologiques [1]. »

BOTANIQUE. — *Sur le lieu de formation des racines adventives des Monocotylédones.* Note de M. **Mangin**, présentée par M. Van Tieghem.

« Les racines adventives des Monocotylédones, dont l'existence est si fréquente sur les tiges bulbeuses ou rhizomateuses, se développent sur ces organes suivant un procédé très analogue à celui qui a été décrit pour la production des radicelles latérales sur la racine.

» Elles prennent, en effet, naissance en dedans de la gaîne protectrice, qui reste fréquemment discernable dans la tige, tantôt en conservant les caractères qu'elle a dans la racine, tantôt en en prenant d'autres. La couche dans laquelle se forme la jeune racine a les caractères d'un méristème secondaire. Elle comprend plusieurs assises de cellules souvent ordonnées en séries radiales, et reste entièrement extérieure aux faisceaux

---

(1) Les procédés d'analyse micrographique décrits dans la présente Note peuvent très probablement être utilisés pour la recherche des parasites qui se développent dans les tissus et les liquides de l'organisme. Je n'ai eu, jusqu'à présent, ni le temps ni l'occasion de faire des essais dans ce sens, si ce n'est sur les batraciens anoures.

longitudinaux de la tige qui, à l'époque de la première ébauche des racines, sont déjà différenciés.

» Par ses relations avec les tissus qui sont en contact de sa face externe et de sa face interne, cette couche est donc l'analogue de la couche rhizogène ou péricambium des racines. On peut, en outre, constater sur des plantules de germination (*Iris siberica, Funkia ovata,* etc.) la continuité effective de la couche considérée avec le péricambium de la racine primaire. Comme on voit à l'insertion d'un rameau sur la tige principale les différentes formations du rameau se continuer avec les formations homologues de la tige, on conçoit que, dans la plante entière, la couche génératrice des racines peut être considérée comme continue depuis la racine primaire jusqu'au sommet des rameaux végétatifs. En réalité, dans la plupart des cas, la plantule de germination a disparu longtemps avant que les rameaux de la plante soient arrivés à leur grosseur normale.

» La couche dont nous nous occupons serait toutefois incomplètement désignée par l'expression de *couche rhizogène de la tige,* parce que, à l'inverse de ce qui a lieu dans les racines, son activité ne se borne pas à la production des racines latérales. Un travail de différenciation s'établit dans cette couche et donne naissance à des faisceaux libéro-ligneux disposés en réseau (très développés dans l'*Acorus calamus,* fort réduits dans le *Polygonatum vulgare*). Ces faisceaux établissent des connexions entre le cylindre central de la racine et les faisceaux de la tige, et ils apparaissent toujours après l'évolution de ceux-ci. Après la constitution du réseau, il peut se faire que le méristème non employé passe à l'état de sclérenchyme, contribuant à donner de la solidité à la tige.

» Si l'on considère l'état des tissus au voisinage du point végétatif, on voit d'ailleurs que la couche dont nous nous occupons se rattache au plérôme, dont elle est une différentiation tardive par rapport aux faisceaux communs. Cette formation manque dans les axes aériens dépourvus de la propriété de produire des racines adventives, tels que les hampes florales. Elle peut n'exister que sur une fraction de la circonférence de la tige (*Monstera deliciosa, Iris graminea*).

» Cette couche a été décrite par M. Van Tieghem, dans ses *Recherches sur les Aroïdées,* sous le nom de *zone génératrice.* Elle est comprise dans ce que M. Guillaud appelle *propériméristème* ou *périméristème.* Ce dernier terme, désignant spécialement l'anneau d'accroissement des Dracœna, ne peut être conservé.

» Dans un travail plus étendu, je compte faire prochainement l'histoire

détaillée de cette couche, et justifier ainsi le nom de *couche dictyogène* que je proposerai de lui appliquer. »

M. **Pliny Earle Chase** adresse à l'Académie une Note intitulée : « Photodynamique. Comparaison des unités lumineuses et thermiques ».

M. **Poincaré** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un Mémoire présenté le 22 mars 1880, sur lequel il n'a pas été fait de Rapport.

La séance est levée à 5 heures. D.

Observations météorologiques faites à l'Observatoire de Montsouris,

Par MM. Marié-Davy, [A]lbert Lévy et Descroix.

Dates.	Température de l'air — sous l'ancien abri. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne des 24 heures (nouvel abri).	Température du sol — à la surface du gazon. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne des 5 observ. trihoraires de jour.	à la profondeur de $0^m,3$ (à midi).	Actinomètre.	Udomètre.	Eau de la terre sans abri. Total en millimètres.	Évaporation en millimètres.	Évaporation de l'eau pure.	Électricité atmosphérique (abstraction faite du signe).	Pour 100^{mc} d'air. Ozone en milligrammes.	Acide carbonique en litres.	Azote ammoniacal en milligr.	Azote organique en milligr.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	d	mm	mm	mm	mm	D	mg	l	mg	mg
1	3,1	16,4	9,8	10,2	− 0,2	37,4	18,6	21,5	9,4	56,6	.	40,8	0,5	6,7	19	0,0	25,1	1,9	0,5
2	5,1	18,3	11,7	11,4	− 0,3	39,1	19,4	19,7	10,4	37,5	.	40,5	0,3	4,7	17	0,1	25,0	1,8	0,4
3	8,1	19,1	13,6	12,2	4,5	43,8	24,2	18,2	11,1	58,6	.	40,2	0,4	4,3	80	0,0	25,4	1,8	0,4
4	5,5	19,5	12,5	12,2	1,6	43,0	22,3	18,3	11,7	32,3	3,4	42,7	0,8	3,2	59	0,1	25,4	1,7	0,5
5	7,6	16,2	11,9	11,0	5,5	38,8	22,2	20,9	12,1	52,2	.	41,2	1,5	3,5	28	0,1	25,1	1,7	0,6
6	7,5	16,2	11,9	10,7	5,0	22,8	13,9	13,5	12,4	20,4	0,0	40,7	0,5	4,1	57	0,0	25,0	1,9	0,6
7	5,0	13,9	9,5	8,9	4,5	24,8	14,7	13,6	11,8	43,7	.	40,3	0,4	6,5	18	0,1	25,2	1,9	0,5
8	2,6	10,7	6,7	.	1,0	20,6	10,8	9,3	11,6	22,7	.	40,1	0,2	5,0	32	0,1	25,3	1,8	0,6
9	2,7	13,9	8,3	.	2,0	22,7	12,4	13,7	10,5	52,2	.	39,8	0,3	6,1	17	0,1	25,3	1,8	0,5
10	3,4	15,0	9,2	.	2,2	28,4	15,3	(14,9)	10,7	(44,5)	.	39,5	0,3	4,1	20	0,0	25,4	1,9	0,7
11	6,8	16,7	11,8	11,2	5,8	28,7	17,3	17,3	11,3	42,7	.	39,1	0,4	5,4	21	0,1	25,2	1,7	0,6
12	7,2	20,9	14,1	13,8	5,8	30,9	18,4	17,9	11,7	35,5	.	38,8	0,3	4,9	15	0,1	25,1	2,1	0,5
13	11,1	23,2	17,2	17,0	9,3	35,0	22,2	24,0	12,9	52,0	.	38,5	0,3	7,0	38	0,2	25,2	2,0	0,6
14	11,6	25,7	18,7	18,9	9,8	38,2	24,0	27,8	14,3	55,0	.	38,1	0,4	5,9	19	0,5	25,1	1,9	0,6
15	13,1	27,3	20,2	20,0	9,0	41,6	25,3	28,9	15,7	51,5	.	37,7	0,4	6,2	25	0,3	25,7	1,8	0,6
16	13,3	25,5	19,4	18,6	12,0	37,9	25,0	24,0	16,1	38,3	.	37,4	0,3	7,0	10	0,7	25,7	1,9	0,5
17	7,7	18,6	13,2	13,2	7,5	29,3	18,4	20,0	16,5	61,0	.	37,2	0,3	(8,9)	14	0,1	25,6	2,0	0,6
18	5,8	14,8	10,3	10,5	5,5	25,4	15,5	17,3	16,1	59,8	.	36,9	0,2	8,4	21	0,1	25.6	2,0	0,7
19	4,6	16,3	10,5	10,6	3,5	30,3	16,9	18,9	15,5	64,9	.	36,7	0,3	8,4	19	0,2	25,4	2,0	0,7
20	9,2	16,9	13,1	12,6	9,4	31,0	20,2	17,8	15,7	29,3	.	36,6	0,1	6,3	18	0,3	25,0	1,9	0,6
21	7,3	20,9	14,1	14,5	6,1	35,9	21,0	21,9	15,4	53,6	.	36,4	0,2	5,0	17	0,2	25,1	1,9	0,5
22	11,4	22,9	17,2	15,6	8,6	36,9	22,8	22,0	16,1	40,0	.	36,0	0,4	5,0	26	0,3	25,5	1,7	0,5
23	10,6	18,6	14,6	14,3	9,5	31,8	20,7	18,6	16,5	30,6	.	35.8	0,2	3,5	20	0,7	25,2	1,7	0,5
24	11,1	23,2	17,2	15,1	9,1	32,6	20,9	24,5	16,3	63,6	.	35,7	0,2	4,4	24	0,7	24,9	1,8	0,6
25	8,5	27,6	18,1	19,4	6,9	43,6	25,3	30,2	17,1	58,3	.	35,4	0,3	4,9	21	0,7	25,7	1,8	0,5
26	13,3	31,8	22,6	23,0	11,3	46,3	28,8	31,9	18,5	61,7	.	35,1	0,3	7,4	22	0,8	25,7	1,7	0,5
27	14,5	25,8	20,2	19,3	13,0	38,3	25,7	26,6	19,5	53,9	0,0	34,9	0,2	7,2	45	0,8	25,0	1,7	0,6
28	10,0	18,7	14,4	13,2	10,0	37,1	23,6	22,3	19,1	56,5	0,2	34,8	0,3	6,1	12	1,4	25,3	1,9	0,7
29	5,9	17,1	11,5	12,4	3,2	36,7	20,0	17,3	18,5	27,9	.	34,7	0,2	6,5	16	0,8	26,0	1,8	0,6
30	5,1	18,4	11,8	13,0	3,0	35,9	19,5	22,6	18,3	63,1	.	34,5	0,1	5,6	17	0,8	26,5	1,9	0,8
31	6,1	21,0	13,6	13,4	3,4	34,9	19,2	21,2	17,9	42,7	.	34,4	0,1	5,7	23	0,9	26,7	1,8	0,5
1° déc.	5,1	15,9	10,5	(10,1)	2,6	32,1	17,4	16,4	11,2	39,7	3,4	40,6	5,2	48,1	35	0,1	25,2	1,8	0,5
2° déc.	9,0	20,6	14,9	14,6	7,8	32,8	20,3	21,4	14,6	49,0	.	37,7	2,9	68,3	20	0,3	25,4	1,9	0,6
3° déc.	9,4	22,4	15,9	15,8	7,6	37,3	22,5	23,6	17,6	50,4	0,2	35,2	2,4	61,2	22	0,7	25,6	1,8	0,6
Mois..	7,9	19,7	13,8	13,6	6,1	34,2	20,5	20,7	14,5	46,4	3,6	37,8	10,5	177,7	25	0,4	25,4	1,8	0,6

Dates.	Baromètre à midi réduit à zéro (alt. $77^m,5$).	Magnétomètres à midi (fortification). Déclinaison.	Inclinaison.	Composante horizontale.	Vents. Vitesse moyenne en kilomètres par heure.	Direction dominante à terre.	Direction des nuages (k désigne les cirrus).	Psychromètre. Tension de la vapeur.	Humidité relative.
	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)
	mm				km.			mm	
1	757,1	16°.50',4	65°.27',8	1,9294	20,7	ENE	E	3,5	36
2	749,0	59,5	30,2	9261	9,4	NE	SE	5,0	48
3	745,9	53,5	30,3	9250	10,7	Variable	NE à SE	6,4	57
4	750,8	54,5	30,7	9247	12,0	N	Variable	7,3	65
5	753,5	51,7	29,1	9275	20,5	N¼NE	NNE	6,5	62
6	750,8	51,6	28,4	9295	26,1	NNE	.	7,7	74
7	754,6	51,3	29,2	9290	29,5	NNE	NNE	4,3	49
8	756,7	52,4	29,5	9285	21,3	NNE	.	4,3	57
9	758,8	50,9	29,2	9290	27,5	NNE	NE	3,9	47
10	754,6	52,7	(28,0)	9295	17,3	NE	N à E	(4,4)	(47)
11	750,7	53,5	27,5	9302	14,5	ENE	E	4,7	44
12	751,7	52,8	28,2	9283	14,4	NNE	NE à SE	6,1	51
13	754,7	53,2	27,5	9279	15,3	NE	SE à NE	6,8	43
14	754,8	52,5	26,8	9296	13,5	ENE	ENE	8,7	47
15	752,7	56,8	27,6	9284	16,5	NE à SE	E	9,2	48
16	752,1	53,7	28,2	9286	26,1	NE	NE	8,7	50
17	754,8	53,5	27,6	9292	32,4	NNE	.	6,5	55
18	756,7	51,2	28,5	9293	33,1	NE	NE	4,5	45
19	759,3	53,0	29,0	9274	24,0	NNE	NE k	2,6	26
20	759,3	52,3	28,0	9292	14,3	N	NNE	7,0	62
21	761,5	53,0	27,3	9300	12,7	N	N	7,5	59
22	753,6	52,4	31,4	9304	21,1	WNW	W k	6,9	49
23	756,9	52,6	26,9	9301	18,1	W	W¼NW	8,3	64
24	758,6	54,3	26,3	9307	19,3	W	W	7,5	50
25	759,0	53,6	26,6	9284	8,4	S¼SE	WSW	8,4	46
26	756,4	56,3	27,7	9263	14,5	S	WSW	10,3	43
27	754,3	54,3	28,9	9255	21,9	SW	SW	11,5	60
28	763,0	55,7	28,6	9281	19,5	WNW	WNW	5,5	47
29	766,6	55,0	29,3	9282	14,9	N	NNW	4,8	43
30	763,2	54,0	28,3	9285	14,2	NE	.	3,7	36
31	756,8	55,2	27,9	9280	11,0	NE à NW	N¼NW k	4,9	38
1° déc.	753,2	16.52,9	65.29,2	1,9278	19,5	.	.	5,3	54
2° déc.	754,7	53,3	27,9	9288	20,4	.	.	6,5	47
3° déc.	759,1	54,2	28,1	9286	16,0	.	.	7,2	49
Mois..	755,8	16.53,4	65.28,4	1,9284	18,5	.	.	6,4	50

Remarques. (30)

Du 1er au 5, oscillation barométrique de 759,3 à 745,6, minimum du 3 vers 14 h. 30 m., coïncidant avec un orage latéral à l'ouest. Retour à 754 entre 7 h. et 8 h. le 5. Perturbations magnétiques dans les trois premiers jours. Ciel très variable le 4 avec petites ondées versées par des nuages d'aspect orageux. Éclairs encore dans la soirée du 5 et quelques gouttes d'eau seulement le 6 vers le milieu du jour.

Entre le 6 et le 12, la température moyenne est d'environ 4° au-dessous de sa moyenne de 60 années. Le baromètre, étant redescendu à 749,8 le 6 vers 16 h. 15 m., atteignait 757 le 8 vers 8 h. et baissait ensuite à 750 le 11 à 16 h. 40 m. Le ciel est resté nuageux, mais sans une seule goutte d'eau.

Du 13 au 17, élévation de température très marquée, 4°,5 au-dessus de la moyenne normale. Pression barométrique peu variable, un peu au-dessous de la moyenne. État du ciel variable. Éclairs dans la matinée du 15; journée lourde; quelques nuages menaçants, mais pas de pluie. Perturbations magnétiques les 14 et 15, avec agitation persistante pendant la semaine suivante.

Jusqu'au 21, hausse barométrique un peu tourmentée jusqu'au maximum 762,4 du 21 vers 7 h. 10 m. Il se produit alors une chute assez rapide qui nous reporte le lendemain 22 à 752,1 vers 15 h. 15 m. Les vents tournent dans le sens direct du N. à l'W. par le S., et, jusqu'au 27, date d'un second minimum de 752,6 vers 16 h., le ciel est très chargé de nuages. L'absence de pluie persiste cependant. Des halos se montrent les 25 et 26. Le 27 seulement nous donne quelques gouttes d'eau dans l'après-midi; pluie dans la matinée du 28.

Perturbations magnétiques prononcées du 26 au 28. Le mouvement de hausse barométrique est très accentué. Le maximum 767,3 est atteint le 29: mais la baisse succède également très franche. L'éclairement du 30 est de 63,1, valeur égale aux 0,80 du chiffre calculé.

Depuis le 28, la température moyenne est de nouveau inférieure à la normale; le ciel tend à se couvrir de plus en plus, et la proportion d'acide carbonique de l'air tend à monter.

Moyennes horaires du mois de mai 1880.

Heures.	Hauteurs du baromètre à 0°.	Température de l'air à l'ombre.	Température du sol (sans abri).	Degré actinométrique.	Psychromètre. Tension de la vapeur d'eau.	Psychromètre. Degré hygrométrique.	Évaporation de l'eau pure.	Pluie.	Variation du poids du sol sans abri.	Vitesse du vent.	Électricité atmosphérique (sans correct. locale).	Déclinaison de l'aiguille aimantée.	Inclinaison de l'aiguille aimantée.	Composante horizontale.
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
h.	mm	o	o	o	mm			mm	mm	km	Dll	o '	o '	
Mat. 1	755,75	10,15	»	»	»	»	»	.	.	16,7	»	»	»	»
2	55,65	9,65	»	»	»	»	»	.	.	16,4	»	»	»	»
3	55,64	9,10	»	»	»	»	»	0,00	+0,06	15,6	»	»	»	»
4	55,67	8,65	»	»	»	»	»	0,00	.	15,5	»	»	»	»
5	55,84	8,40	»	»	»	»	»	.	.	14,6	»	»	»	»
6	56,03	9,25	11,14	30,01	6,57	73,7	(61,90)	0,11	−0,40	14,3	29,6	16.45,4	65.29,1	1,9280
7	56,18	11,20	»	»	»	»	»	0,13	.	15,5	»	»	»	»
8	56,21	12,80	»	»	»	»	»	.	.	16,7	»	»	»	»
9	56,20	14,15	(24,10)	(62,47)	(6,21)	(50,3)	(15,55)	.	−2,33	18,3	(21,9)	45,9	(29,2)	9276
10	56,10	15,40	»	»	»	»	»	.	.	19,4	»	»	»	»
11	55,96	16,45	»	»	»	»	»	.	.	19,7	»	»	»	»
Midi.	55,76	17,35	27,06	67,81	6,52	42,7	(27,43)	.	−3,49	20,0	25,7	53,4	28,4	9284
Soir. 1	55,54	17,75	»	»	»	»	»	.	.	20,6	»	»	»	»
2	55,29	17,95	»	»	»	»	»	.	.	22,0	»	»	»	»
3	55,05	18,25	24,45	60,74	6,20	38,8	37,57	.	−2,58	22,0	25,5	53,2	27,9	9295
4	54,92	17,80	»	»	»	»	»	0,11	.	22,4	»	»	»	»
5	54,84	17,30	»	»	»	»	»	3,21	.	22,5	»	»	»	»
6	54,93	16,70	15,89	11,10	6,38	43,9	35,23	0,04	−1,16	21,7	25,0	49,3	28,2	9299
7	55,11	15,55	»	»	»	»	»	.	.	20,5	»	»	»	»
8	55,35	14,35	»	»	»	»	»	.	.	19,0	»	»	»	»
9	55,56	13,45	»	»	»	»	»	.	−0,40	18,6	»	»	»	»
10	55,67	12,45	»	»	»	»	»	.	.	18,6	»	»	»	»
11	55,70	11,50	»	»	»	»	»	.	.	17,7	»	»	»	»
Minuit.	55,66	10,80	»	»	»	»	»	.	−0,16	16,8	»	»	»	»
Totaux.	»	»	»	»	»	»	177,68	3,60	−10,46	»	»	»	»	»
Moy...	755,61	13,60	20,53	46,43	6,38	49,9	»	.	.	18,5	25,5	»	»	»

Remarques. (45)

Les résultats de chacune des colonnes (2), (3), (4), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (16), (22), (23), (24), (28), (29), (33), (34), (35), (36), (41), (43), (44), sont fournis par l'observation directe.

La moyenne diurne des colonnes (11), (16), (28) et (29) est calculée sur les cinq observations trihoraires de 6 h. du matin à 6 h. du soir.

(5) (12) (13) (14) (21) (22) (25) (31) (32) (38) (39) (40) (42). Résultats fournis par les enregistreurs.

(15) (37). Résultats fournis par l'évaporomètre Piche.

Le total de chaque jour est celui des vingt-quatre heures commençant à 6h du soir la veille. Le résultat mensuel de 6h du matin donné entre parenthèses comprend l'évaporation totale de la nuit.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JUIN 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Sur la réduction des observations du pendule au niveau de la mer;* par M. FAYE.

« A l'occasion du Rapport sur le Mémoire de M. Peirce ([1]), je désire faire une remarque qui se déduit immédiatement de ma Note du 24 mai ([2]) sur la manière de réduire au niveau de la mer les oscillations du pendule. La formule de réduction qu'on emploie est

$$l_0 = l + \frac{hl}{R}\left(2 - \frac{3}{2}\frac{\delta}{\Delta}\right), \tag{1}$$

l_0 désignant la longueur réduite au niveau de la mer, l la longueur observée sur un continent à l'altitude h, R le rayon de la Terre, Δ sa densité moyenne, δ celle du continent. La saillie continentale étant compensée

([1]) Voir plus loin, p. 1463.

([2]) *Sur les variations séculaires de la figure mathématique de la Terre* (*Comptes rendus*, même Tome, p. 1186). Il faut en corriger le passage suivant : p. 1186, ligne 12 en remontant, au lieu de dire *on traite les continents comme s'ils n'existaient pas*, lisez *il faudrait traiter les continents comme s'ils n'existaient pas;* et p. 1188, ligne 15, au lieu de *Si faibles que soient ces déviations*, lisez *Si marquées*, etc....

partout, à très peu près, par le défaut d'épaisseur de la croûte solidifiée sous les continents, il n'y a pas lieu d'en tenir compte, et la formule doit être réduite à

$$(2) \qquad l_0 = l + \frac{2hl}{R}.$$

» Le passage bien connu de la *Mécanique céleste* où Laplace traite de cette correction, à propos des observations de Bouguer à Quito, en est la meilleure preuve. Laplace trouve pour la diminution de la pesanteur depuis la mer jusqu'à Quito

$$\frac{P}{2237}\left(2 - \frac{3}{2}\frac{\delta}{\Delta}\right).$$

» C'est la formule (1).

« Bouguer, dit-il (en abrégé), a conclu de ses expériences sur la longueur du pendule cette diminution égale à $\frac{P}{1331}$, ce qui donne $\frac{\delta}{\Delta} = 0,2$. Cette partie du continent américain n'aurait donc qu'une densité égale à peu près à celle de l'eau. Mais cette singularité s'expliquerait dans l'hypothèse où ce pays éminemment volcanique renfermerait de grandes cavités dans son intérieur. »

» Je fais remarquer à l'Académie que quand le pendule donne des attractions trop fortes, en pleine mer, observé sur des îlots volcaniques, tels que Lipari, Guami, Mowi, etc., on en conclut avec la même hardiesse que cela tient à la densité supérieure de leurs matériaux, en sorte que, suivant les besoins de la cause, les volcans sont tantôt creux et légers, tantôt pleins de matériaux très denses.

» Il est facile de voir qu'en supprimant le second terme, comme je le propose, la diminution de pesanteur calculée se trouverait $\frac{P}{1137}$, à peu près celle que trouve Bouguer lui-même.

» Il n'est donc pas nécessaire de conclure autre chose si ce n'est que le deuxième terme est une superfétation, non d'accord avec les faits. C'est ce qu'on voit mieux encore en présentant le calcul sous la forme habituelle, mais sans tenir compte de l'attraction du plateau de Quito :

	Longueur du pendule observée par Bouguer [1].	Altitude.	Longueur réduite au niveau de la mer.
	mm	m	mm
Au lac des Incas	990,911	78	990,935
A Quito	990,121	2857	991,009
		Différence	0,074

(1) D'après les réductions de M. Saigey, qui a tenu compte de l'erreur signalée par Bessel dans la réduction au vide.

» La différence est de l'ordre des erreurs d'observation. L'action du continent, qui devrait s'élever à $0^{mm},310$, est donc insensible, malgré une épaisseur de 2800^{m}. C'est la première fois que cette singularité s'est présentée. Depuis Bouguer on l'a retrouvée en tous pays, et dernièrement encore, sur la plus grande échelle, dans l'Inde anglaise (¹). J'en ai fait connaître la cause dans ma Note du 24 mai.

» Mais il doit être bien entendu que, si l'épaisseur des continents au-dessus des mers ne doit pas entrer en ligne de compte, il n'en sera pas de même, par exemple, de la masse de la grande pyramide d'Égypte, si l'on va observer le pendule à son sommet. Alors, après avoir réduit au niveau de la mer la longueur observée par la formule (2), il faudra en retrancher l'effet de l'attraction de la pyramide à partir du sol. De même, lorsque Bouguer a porté son pendule sur le Pichincha, 1500^{m} au-dessus du niveau des terres à Quito, il faudrait tenir compte de l'attraction de cette montagne sur le pendule de Bouguer. Nous avons bien l'observation de Bouguer, mais, comme les documents nécessaires manquent pour le calcul de la montagne, je vais le faire pour un cas semblable, plus facile et plus proche de nous.

» M. Bruhns donne la longueur du pendule observée au sommet de l'Inselsberg, montagne de forme à peu près parabolique, s'élevant sur le continent, dont l'altitude moyenne est là de 325^{m}. La hauteur de la colline au-dessus de la surface continentale est 585^{m}. L'altitude de la station est donc de 910^{m}, et la réduction correspondante au niveau de la mer, par la formule $l_0 = l + \frac{2hl}{r}$, est de $+ 0^{mm},28$. Pour calculer l'attraction de la colline, à laquelle on peut attribuer la forme d'un paraboloïde de révolution ayant un rayon de base égal à quinze fois sa hauteur, le savant astronome de Leipzig emploie la formule

$$\frac{2hl}{r}\left(1 - \frac{3}{4}\frac{\delta}{\Delta}\right)\left(1 - \frac{1}{15}\frac{\delta}{8\Delta}\right),$$

en faisant $\delta = 2$, $\Delta = 5,6$, et obtient ainsi $0^{mm},13$. Ces $0^{mm},13$, exprimant

(¹) *Geodesy*, by colonel A.-R. Clarke, p. 350. Ainsi on a trouvé à Moré, altitude 15000^{feat}, une erreur de $0^{mm},51$ sur la longueur du pendule, tandis qu'en supprimant dans la réduction au niveau de la mer l'attraction du continent, l'accord serait complet entre la théorie de Clairaut et l'observation. Même remarque d'un bout à l'autre de l'Indoustan, jusqu'au haut plateau sur lequel s'élèvent les cimes de l'Himalaya. Il n'y a d'exception que pour une île indienne et le voisinage immédiat de la mer.

l'attraction de cette petite montagne à son sommet, doivent être retranchés de $0^{mm},28$, en sorte que la correction finale est $+ 0^{m},15$, tandis que la manière ordinaire de calculer ces réductions a donné $+ 0^{mm},21$. La longueur du pendule parfaitement observée au sommet de l'Inselsberg étant $993^{mm},69$, cette longueur réduite au niveau de la mer sera $993^{mm},84$ (¹). Il ne s'agit ici que d'une différence de $0^{mm},06$, mais elle est loin d'être négligeable.

» De même, lorsqu'on observe en mer, sur un îlot, il n'y a pas lieu de corriger la longueur du pendule observée de l'effet dû à la faiblesse de la densité de l'eau par rapport à celle des terres continentales, car l'épaisseur considérable de la croûte sous-marine fait compensation : mais il faut tenir compte de l'attraction propre au pilier naturel sur lequel on est placé, pilier qui est l'île elle-même. En d'autres termes, il faut déterminer par des sondages la forme de la partie sous-marine de l'îlot, calculer son attraction en lui accordant la densité $\delta - 1$, et retrancher son effet de la longueur observée. On verra alors disparaître les anomalies signalées depuis si longtemps pour les observations en mer, lesquelles donnent presque toutes des attractions trop fortes, et nous aurons effacé de la science cette contradiction presque enfantine qui consiste à affirmer que les montagnes volcaniques sont pleines de grandes cavités quand on se trouve en face d'un pendule trop long, et qu'elles sont pleines de matériaux très denses quand on y observe un pendule trop court.

» Les règles que je propose sont fondées sur la loi de compensation que présente l'écorce terrestre, loi qui tient à ce que la croûte sous-marine s'est formée plus vite et plus profondément que la croûte sous-continentale. Sans doute cette compensation, à laquelle est due la forme actuelle du globe terrestre, ne saurait être parfaite dans toutes les régions; il en résulte quelque incertitude sur la réduction du pendule au niveau de la mer, mais cette incertitude est du même ordre que les anomalies locales de la pesanteur dues à diverses causes et se confond avec elles. La seule manière d'étudier ces discordances, c'est de faire les observations du pendule dans les contrées les plus diverses, en s'éloignant toutefois des accidents superficiels et visibles dont on a toujours quelque peine à estimer correctement les effets. »

(¹) A quoi il faut encore ajouter de $0^{mm},20$ à $0^{mm},22$ pour tenir compte de l'oscillation des supports.

OPTIQUE. — *Sur les effets de renversement des images photographiques par la prolongation de l'action lumineuse.* Note de M. J. JANSSEN.

« J'ai l'honneur de faire part à l'Académie de la découverte d'un fait auquel je viens d'être conduit par mes études sur l'analyse de la lumière du Soleil et de ses images photographiques.

» Ce fait consiste en ce que les images photographiques peuvent s'inverser et passer du négatif au positif par l'action prolongée de la lumière qui leur a donné naissance.

» A Meudon, nos images solaires s'obtiennent en un temps d'action lumineuse qui est variable suivant l'état de l'atmosphère et la nature des phénomènes qu'on veut mettre en évidence; mais ce temps d'action est bien rarement supérieur à $\frac{1}{1000}$ de seconde quand on veut obtenir les granulations photosphériques. Lorsqu'il s'agit de plaques photographiques préparées avec le gélatinobromure d'argent, ce temps, déjà si court, s'abaisse considérablement et peut descendre à $\frac{1}{20000}$ de seconde et moins encore. Or, dans ces conditions, si l'une de ces plaques sèches reçoit l'impression de la lumière pendant une demie ou une seconde, c'est-à-dire pendant un temps dix mille ou vingt mille fois plus long que celui qui eût donné une bonne image négative, l'action du corps révélateur fait apparaître une image positive qui présente le disque de l'astre en blanc et les taches en noir, comme ce disque est vu dans les lunettes. Cette image positive peut acquérir toute la finesse de l'image négative qu'elle a remplacée. Il existe un temps d'action de la lumière, intermédiaire entre ceux qui donnent les images opposées, pour lequel l'image n'est ni positive ni négative et où la plaque présente une teinte sensiblement uniforme; mais, si on dépasse la période pour laquelle l'image est positive et qu'on laisse la lumière agir beaucoup plus longtemps, alors cette dernière image disparaît à son tour: le révélateur ne provoque plus de dépôt métallique sur l'image, qui apparaît uniformément transparente sur le fond noir du ciel. Ce fond disparaît lui-même par une action lumineuse beaucoup plus prolongée.

» Ainsi, pendant la première période de l'action lumineuse, période qui n'atteint pas ordinairement, dans nos images solaires, $\frac{1}{1000}$ de seconde, une première image se forme, et cette image est négative; c'est-à-dire qu'elle présenterait, étant développée, des parties d'autant plus opaques que la lumière les aurait frappées plus vivement. L'action lumineuse continuant, cette image persiste encore dans le sens négatif, mais

en perdant de sa netteté et de sa vigueur; puis il arrive bientôt un moment où l'image négative disparaît entièrement et où la plaque passe par un état neutre, c'est-à-dire où aucune image appréciable n'apparaîtrait par l'action du corps révélateur. Mais, sous l'action toujours maintenue de la lumière, une phase nouvelle s'ouvre et un phénomène inverse se produit. L'image négative de la première période d'action fait place à une image positive où la distribution des ombres et des lumières est exactement inverse; et cette image, si le temps d'action lumineuse a été bien réglé, possède tous les détails et toute la finesse de celle qu'elle a remplacée. Puis, si l'on veut encore dépasser cette période et laisser la lumière continuer son action, un second état neutre tend à se produire, état inverse aussi du premier, en ce sens que, si celui-ci nous montrait l'image uniformément obscure, le second état neutre nous la donne uniformément claire, le corps révélateur ne provoquant plus aucun dépôt métallique.

» C'est l'inversion des images du Soleil qui se produit avec le plus de facilité, à cause de l'énorme puissance de rayonnement de cet astre. Mais cette inversion n'est pas la seule possible ou même la seule facile. En effet, j'ai déjà pu obtenir :

» 1° Des images solaires de $0^m,10$ de diamètre donnant l'aspect de l'astre dans les lunettes, c'est-à-dire avec disque blanc et taches noires;

» 2° Des vues en images positives, où le paysage se présente par transparence tel qu'il est vu naturellement; temps de pose, une heure à trois heures;

» 3° Une vue du parc de Meudon, où le disque solaire se détache en blanc sur le fond obscur du ciel;

» 4° Des contre-types qui sont de même signe que le type original, c'est-à-dire positifs si le type est positif, négatifs si celui-ci est négatif.

» Dans ces photographies, ce sont les mêmes rayons spectraux qui ont donné l'image négative d'abord et sa transformation en image positive.

» Tels sont les premiers résultats obtenus, résultats dont je désirais faire part immédiatement à l'Académie.

» Dans une prochaine Communication, j'exposerai les résultats d'une manière plus complète : je donnerai une analyse des travaux, surtout d'ordre spectral, qui touchent à ce sujet et auxquels se rapportent les noms d'éminents observateurs, comme MM. Abney, Draper, Vogel, etc.; j'essayerai aussi d'aborder l'examen des conséquences que ces faits apportent à la théorie des phénomènes photographiques et, en général, à celle des actions de la lumière sur les corps. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation des oxydes de l'azote et de ceux du soufre;* par M. **Berthelot.**

« I. — 1. Les données numériques de la Thermochimie offrent, dans leur détermination précise, des difficultés qui ne peuvent être tranchées que par le concours des travaux d'un grand nombre d'expérimentateurs. M. de Marignac faisait observer avec juste raison, il y a quelque temps, que ces données sont sujettes à éprouver des changements successifs et des perfectionnements, ainsi qu'il est arrivé pour les équivalents ou poids atomiques, matériaux fondamentaux de toutes nos analyses et théories. Aussi doit-on savoir le plus grand gré au dévouement des savants qui consacrent leur temps à une tâche si pénible et en apparence si ingrate, quoique d'une si haute importance.

» Parmi ces données, quelques-unes, telles que la chaleur de formation de l'eau et celle de l'acide chlorhydrique, ont été obtenues dès l'origine avec une approximation que les recherches ultérieures ont accrue sans doute, mais sans apporter de changement radical aux nombres eux-mêmes. Il en a été autrement pour la plupart des composés formés par deux éléments qui s'unissent en proportions multiples, tels que les oxydes du carbone, objets de controverses prolongées mais aujourd'hui vidées; tels sont aussi les oxydes du soufre, sur lesquels je reviendrai tout à l'heure, et les oxydes de l'azote.

» 2. La chaleur de formation de ces derniers avait été d'abord subordonnée à celle de l'ammoniaque, et une erreur considérable commise par M. Thomsen dans la mesure de cette dernière chaleur de formation avait faussé presque toutes les valeurs relatives aux composés oxygénés et autres de l'azote. J'ai expliqué dans ce Recueil (t. LXXXIX, p. 877) comment j'ai été amené à la rectifier et comment j'y suis parvenu par une méthode nouvelle. M. Thomsen, avec la sincérité que l'on devait attendre d'un savant aussi distingué, n'a pas tardé à répéter mes expériences, à reconnaître son erreur et à tomber d'accord avec moi.

» 3. Cette rectification en entraînait d'autres, comme je viens de le dire; il m'a paru indispensable, pour la rigueur des déductions ultérieures, de les déterminer par une méthode propre, qui fût indépendante de la chaleur de formation de l'ammoniaque, et même de toute autre donnée antérieure. J'ai obtenu, par exemple, la mesure de la chaleur de forma-

tion du bioxyde d'azote, en retranchant l'un de l'autre les nombres obtenus par la détonation d'un même gaz combustible (cyanogène ou éthylène), mélangé d'une part avec l'oxygène pur et d'autre part avec le bioxyde d'azote. Je doute qu'il soit possible de trouver une méthode plus simple et plus exacte. Mes résultats ont été présentés à l'Académie le 5 avril 1880 (voir ce Volume, p. 783) : l'exécution des expériences mêmes, nécessairement fort longues, avait duré depuis le mois de novembre 1879. Au moment même de cette publication, M. Thomsen annonçait de son côté à la Société chimique de Berlin qu'il avait rectifié ses propres nombres, en prenant comme base la chaleur de décomposition de l'azotite d'ammoniaque ; c'est-à-dire en perfectionnant une méthode que j'avais inventée autrefois, mais que j'avais cru devoir abandonner dans mes nouveaux essais. Cette méthode, fondée sur la décomposition explosive de l'azotite d'ammoniaque, comporte des limites d'erreur beaucoup plus étendues, en raison des difficultés pratiques de l'exécution (provoquée par l'introduction d'une source de chaleur étrangère), et surtout parce qu'elle fait dépendre la chaleur de formation des oxydes de l'azote de celle de l'eau, de celle de l'ammoniaque gazeuse, de la chaleur de dissolution du gaz ammoniac et de huit ou dix autres données expérimentales encore (1). Quoi qu'il

(1) Les Tableaux numériques de M. Thomsen et les miens, publiés à quelques jours d'intervalle, présentent à première vue une concordance excessive, si ce n'est pour le protoxyde d'azote. Mais je dois dire que la concordance poussée à ce degré est plus apparente que réelle : elle résulte de certaines compensations fortuites, établies par le calcul entre des données un peu différentes. Tandis que j'obtiens la chaleur de formation du bioxyde d'azote ($Az + O^2 = AzO^2$ absorbe : $- 21,6$), en retranchant l'un de l'autre deux chiffres mesurés immédiatement par détonation, M. Thomsen ne parvient à un chiffre identique qu'en combinant *douze données* expérimentales, savoir : 1° la chaleur de formation de l'eau ; 2° la chaleur de combustion du gaz ammoniac ; 3° sa chaleur de dissolution ; 4° la chaleur de formation du gaz hypoazotique par le bioxyde d'azote ; 5° sa chaleur de dissolution ; 6° la chaleur d'oxydation de cette liqueur par le chlore, ou par le permanganate ; 7° et 8° les chaleurs de formation et de dissolution du gaz chlorhydrique (données qu'il emploie dans l'évaluation de la chaleur de formation du permanganate et de l'acide azoteux) ; 9° la chaleur de neutralisation de l'acide azoteux par l'ammoniaque ; 10° la chaleur de dissolution de l'azotite ; 11° la chaleur de décomposition de l'azotite d'ammoniaque ; 12° enfin la chaleur introduite par la source étrangère.

Or, sur presque aucune de ces données nous n'acceptons l'un et l'autre des chiffres tout à fait identiques. Par exemple, pour la chaleur de formation des 4HO qui interviennent, l'écart s'élève à $+ 1,4$; pour les chaleurs de combustion du gaz ammoniac, $+ 0,7$; pour sa chaleur de dissolution, $+ 0,4$; pour la chaleur de formation de l'acide azoteux par le bioxyde d'azote (chiffre que j'ai mesuré par une voie différente et plus directe), $- 0,8$, etc. De

en soit, je suis heureux de constater que les résultats nouveaux obtenus par M. Thomsen et par moi, dans ces expériences simultanées et indépendantes, concordent suffisamment pour fournir désormais aux physiciens et aux chimistes des données plus certaines que les anciennes et qui paraissent définitives. Voilà l'essentiel : car ce qui importe à la Science en pareille matière, ce n'est pas que chaque auteur se transforme en apologiste de ses propres expériences, mais plutôt qu'il tâche d'en établir, avec une modestie sincère, la critique et les limites d'erreur véritables; notre devoir à tous, c'est de nous efforcer de rendre la vérité impersonnelle.

» II. — 1. La chaleur de formation des oxydes du soufre n'est pas encore fixée avec une certitude absolue, quoique les divergences soient moindres que pour les oxydes de l'azote. Elle est subordonnée à celle de l'acide sulfureux. Or voici les nombres obtenus à cet égard par les divers expérimentateurs : $S + O^2 = SO^2(32^{gr})$ dégage, d'après Dulong, 41,6; d'après Hess, 41,1; d'après Favre et Silbermann, 35,6; d'après Andrews, 36,9. J'ai obtenu moi-même, en 1877 (¹), 34,55; M. Thomsen, qui a repris tout récemment la même mesure, 35,54.

» 2. Ces écarts sont d'autant plus remarquables, qu'ils portent sur la combustion du soufre, expérience d'une exécution facile. Ils surpassent notablement les erreurs d'expérience, erreurs dont l'étendue peut être assignée jusqu'à un certain point, même en l'absence des détails spéciaux, d'après une autre série de mesures de M. Thomsen, celles-ci faites non sur le soufre octaédrique (rhombique) comme les précédentes, mais sur le soufre prismatique (monoclinique). En effet, ce savant assigne pour la chaleur de combustion du dernier corps le chiffre 35,84. Si les nombres étaient absolument exacts, il serait permis d'en conclure que la métamorphose de la seconde variété de soufre dans la première dégage + 0,32. Or la cha-

---

là résulte sur la décomposition même de l'azotite d'ammoniaque, prise comme base, un écart de + 1,5. Cet écart est de l'ordre des limites des erreurs probables dont est affectée la réunion des douze données expérimentales employées par M. Thomsen. Il se retrouverait entre nos résultats relatifs à la chaleur de formation du bioxyde d'azote, si M. Thomsen avait fait son calcul à l'aide de données identiques à celles que je crois les plus exactes et que j'emploie dans mes propres calculs.

Ces remarques ont surtout pour objet de montrer comment des expériences autonomes peuvent aboutir à des chiffres identiques par compensation, malgré des diversités sensibles dans les données, et comment cette identité ne fournit pas la véritable mesure de leur précision respective.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XIII, p. 6.

leur ainsi développée a été mesurée directement par Mitscherlich ([1]), qui a trouvé seulement + 0,04. L'erreur relative commise par M. Thomsen est donc de + 0,3, ou un centième environ ([2]). On voit qu'il n'est permis de tirer aucune conclusion d'une différence de cet ordre pour les isoméries du soufre.

» 3. Les écarts signalés ci-dessus étant beaucoup plus grands, il convient d'en chercher une autre interprétation : ces écarts me paraissent dus principalement à la formation simultanée de plusieurs degrés d'oxydation du soufre, et parfois même à la présence de la vapeur d'eau dans les gaz.

» En effet, la transformation du gaz sulfureux en acide sulfurique dégage en surplus :

$SO^2 + O = SO^3$ gaz (expériences inédites)........	+ 11,3
$SO^2 + O = SO^3$ solide..............................	+ 17,2
$SO^2 + O + HO = SO^4H$ liquide................	+ 27,5
$SO^2 + O + HO + \text{Eau} = SO^4H$ étendu......	+ 36,0

Elle accroît donc la chaleur de combustion du soufre, supposé changé simplement en acide sulfureux, d'une quantité égale au tiers, à la moitié, et même elle la porte au double, suivant la nature des produits.

» De là résulte dans les mesures de chaleur de combustion un excès proportionnel au poids de l'acide sulfureux suroxydé.

» 4. Cette formation simultanée de l'acide sulfurique dans la combustion du soufre est bien connue. On peut la démontrer dans un Cours public, en suspendant un petit creuset contenant du soufre enflammé, au sein d'un flacon rempli d'oxygène sec ou même d'air ordinaire : tout autour du creuset, et surtout dès que la combustion devient moins vive, on voit se développer en longues stries des fumées blanches d'acide sulfurique anhydre, qui finissent par rendre opaque l'atmosphère du flacon. Lorsque tout le soufre est brûlé, l'acide sulfurique se dépose peu à peu sur les parois. A ce moment, le gaz sulfureux étant rapidement expulsé à l'aide d'un

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVI, p 124; 1856.

([2]) C'est en raison d'une erreur analogue que la chaleur de transformation du soufre insoluble en soufre octaédrique est donnée par quelques auteurs comme négative et égale à — 3,1, d'après Favre. Mais ce chiffre n'exprime autre chose que les erreurs commises en oxydant complètement le soufre par l'acide hypochloreux. En réalité, la transformation même du soufre insoluble en soufre octaédrique dégage, d'après les expériences directes que j'ai faites, une quantité de chaleur positive, quoique fort petite, vers 110°, et sensiblement nulle à 18°.

soufflet, on observe même quelquefois que des gouttelettes d'iodure de potassium projetées dans le flacon jaunissent par places : indice probable de la production de quelque trace d'acide persulfurique, comme M. Schützenberger l'a déjà signalé.

» Si, au contraire, le soufre a été fortement échauffé par la combustion initiale, on voit parfois, vers la fin de l'opération, se sublimer aux parois une substance brune et huileuse, composé de soufre et d'acide sulfurique anhydre découvert autrefois par Vogel; mais ce composé n'apparaît que par exception.

» Au contraire, la condensation de quelque dose d'acide sulfurique anhydre sur les parois de la chambre à combustion a toujours lieu. *Cette dose condensée ne représente* — j'insiste sur ce point — *qu'une fraction de la dose réellement produite*. En effet, la tension du gaz sulfurique est fort considérable (¹). Je l'ai trouvée égale à $0^m,177$ vers $18°$: c'est près de un quart d'atmosphère. M. Schultz-Sellack avait indiqué $0^m,200$ vers $20°$; ce qui concorde.

» 5. Il est donc nécessaire de peser l'acide sulfurique formé pendant la combustion du soufre, non seulement en dosant l'acide condensé dans la chambre à combustion, comme M. Thomsen l'a essayé, mais aussi l'acide sulfurique gazeux, qu'il ne semble pas avoir soupçonné : dans quelques-unes de mes mesures, le poids de ce dernier était *six fois aussi grand que celui de l'acide solide*. Ces proportions relatives varient d'ailleurs d'une expérience à l'autre.

» Ce dosage n'est pas sans difficulté. D'une part, l'acide gazeux forme, en traversant les absorbants aqueux, d'épaisses fumées que rien ne condense immédiatement. La perte de poids résultant de ces fumées peut compenser et au delà le gain dû à la fixation de l'oxygène sur l'acide sulfureux. Je suis parvenu à recueillir ces fumées dans un grand flacon renfermant une couche d'eau : elles s'y déposent peu à peu, dans l'espace d'une demi-heure à une heure. On y dose alors l'acide. D'autre part, l'absorption de l'acide sulfureux mêlé d'oxygène par des liqueurs aqueuses ne donne lieu à une séparation exacte de ces deux gaz que si elle est instantanée et opérée en présence d'une liqueur qui demeure constamment alcaline. Si la liqueur devient acide, et surtout si elle contient du bisulfite, elle absorbe

(¹) Rappelons encore que l'acide sulfurique anhydre est un mélange de deux corps distincts, l'un très fusible et qui bout à 46°; l'autre, probablement polymérique, qui peut être porté jusqu'à 100°, sans fondre.

l'oxygène d'une façon très notable et continue. L'emploi de la potasse concentrée et certaines dispositions convenables des vases collecteurs permettent d'éviter cet accident.

» J'ai fait ainsi une série de mesures : les poids réunis des acides absorbés dans la potasse, de l'acide sulfurique contenu dans les fumées et du même acide condensé dans la chambre, comparés au poids du soufre brûlé, fournissent la dose totale d'oxygène fixé sur le soufre : ce qui permet d'évaluer la proportion relative des deux degrés d'oxydation. Mais cette marche est pénible et compliquée.

» 6. Dans une autre série de mesures, j'ai préféré doser directement l'acide sulfurique formé, ou, plus exactement, une quantité qui lui est proportionnelle, à l'aide de l'artifice suivant. Je prépare une liqueur normale, contenant un poids rigoureusement connu d'iode absolument pur et sec, dissous dans l'iodure de potassium sous un volume déterminé, soit $\frac{1}{10}$ d'équivalent par litre. Je prends 500^{cc} de cette liqueur, distribués dans divers vases laveurs, et j'y fais passer les produits de la combustion d'un poids strictement équivalent de soufre pur, brûlé dans le calorimètre par l'oxygène sec : soit $0^{gr},800$. Cela posé, si tout le soufre se changeait en acide sulfureux, tout l'iode disparaîtrait. La dose d'iode qui subsiste est strictement proportionnelle au poids de l'acide sulfurique formé : celui-ci est donc mesuré directement par le poids de l'iode demeuré libre.

» Les causes d'erreur dues à l'acide persulfurique (traces négligeables) ou à l'entraînement de l'iode par les gaz (entraînement nul, c'est-à-dire inférieur à une goutte de la liqueur normale, d'après des mesures directes et comparatives) ne pourraient que diminuer la dose calculée de l'acide sulfurique, au lieu de l'accroître.

» J'ai obtenu, par exemple, dans un essai, en brûlant $0^{gr},800$ de soufre :

Soufre total changé en acide sulfurique.................. 0,019

réparti de la façon suivante :

Acide gazeux condensé dans la liqueur	0,0153	0,019
Acide gazeux entraîné dans les fumées............	0,0010	
Acide condensé dans la chambre à combustion......	0,0027	

» La dose d'acide sulfurique varie beaucoup avec la vitesse de l'oxygène. Elle serait notablement accrue si l'on brûlait le soufre sur une lame de platine, comme on l'a fait quelquefois : ce métal déterminant l'oxydation de l'acide sulfureux. C'est sans doute en raison de cette circonstance que

M. Thomsen a trouvé jusqu'à 2 centièmes d'acide sulfurique condensés dans la chambre à combustion, sans préjudice de l'acide gazeux; au lieu de 3 à 4 millièmes récoltés dans la chambre, lors de mes propres essais. J'ajoute que le soufre ne doit pas être purifié par cristallisation dans le sulfure de carbone, dont il retient toujours quelque trace, qui surélève la chaleur de combustion.

» 7. Voici mes résultats définitifs, toute correction faite.

» $S + O^2 = SO^2$ gaz dégage :

1re série (SO^3 dosé d'après le titre restant de l'iode)	+ 34,70	
2e série (gaz recueilli dans la potasse)	+ 34,69	+ 34,63
3e série	+ 34,50	

» Cette moyenne me paraît plus rapprochée de la vérité qu'aucun des chiffres antérieurs, dans lesquels la détermination des deux degrés d'oxydation du soufre n'avait pas été faite exactement. Elle ne change rien d'ailleurs aux nombres que j'ai donnés pour les oxydes du soufre, les sulfates, etc. Enfin elle s'applique également au soufre octaédrique, au soufre prismatique (sauf un excès de + 0,04) et au soufre insoluble. »

OPTIQUE. — *Sur le spectre lumineux de l'eau.* Note de M. **Huggins**.

« Quoique la flamme de l'hydrogène soit peu lumineuse, M. Stokes trouva, en 1852, que cette flamme est puissante pour produire les phénomènes de la fluorescence, et par conséquent qu'elle est riche en rayons ultra-violets.

» En janvier dernier, je fis des expériences sur le spectre photographique de la flamme de l'hydrogène brûlant dans l'air, et aussi de la flamme du chalumeau à oxygène et hydrogène. Dans la partie visible du spectre de la flamme de l'hydrogène, on ne voit pas de raies brillantes, mais seulement un spectre continu très faible. Mais sur la plaque photographique on obtient un groupe de raies brillantes, fortes dans la partie ultra-violette du spectre. Il est peu douteux que ces raies brillantes sont le spectre de la vapeur d'eau. Le groupe commence du côté le plus réfringent par deux raies fortes, λ 3062 et λ 3068. Ensuite viennent une raie moins forte et nébuleuse, λ 3080, une raie forte, λ 3090, qui est suivie d'un groupe de raies très rapprochées, dont les longueurs d'onde sont données plus loin.

» La flamme du chalumeau à oxygène et hydrogène donne un spectre identique avec celui de l'hydrogène brûlant dans l'air.

» Si l'on remplace l'hydrogène pur dans le chalumeau à oxygène et hydrogène par du gaz ordinaire, on voit sur la plaque, outre le spectre de l'eau, une raie extrêmement forte près de G, λ 4310, une bande nébuleuse un peu moins réfringente, une raie λ 3872 et une raie λ 3890, qui est la première d'un groupe qui s'étend vers K. Ces raies nouvelles montrent la présence du carbone.

» La flamme peu lumineuse de l'alcool donne le spectre de l'eau et aussi ces autres raies qui accusent la présence du carbone. Dans les photographies des spectres des étincelles d'induction, on peut toujours reconnaître ce spectre remarquable de l'eau, si la moindre trace d'humidité se trouve sur les électrodes ou dans le gaz.

Table des longueurs d'onde des raies principales du spectre lumineux de l'eau.

3062	3152,5
3068	3156
3073	3159,5
3074	3163
3077,5	3167
3080	3171
3082	3175
3085	3180
3090	3184
3094	3189
3095	3192,5
3099	3198
3105	3201
3111	3207,5
3117	3211
3122,5	3217,5
3127	3223
3130	3228
3133	3232
3135	3242,5
3139	3256
3142,5	3262
3145	3266
3149	3276

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Proportion de l'acide carbonique dans l'air; réponse à M.* Marié-Davy. Note de M. **J. Reiset.**

(Commissaires : MM. Dumas, Deville, Hervé Mangon, Berthelot, Debray.)

« Après avoir lu les explications très sommaires que contient la Note adressée à l'Académie par M. Marié-Davy, le 30 mai dernier, je persiste à regretter que, pour doser chaque jour depuis quatre ans l'acide carbonique dans l'air, les observateurs de Montsouris aient cru devoir adopter un système invariable, qui ne présente pas, suivant moi, toutes les garanties d'une exactitude rigoureuse, soit pour mesurer l'air analysé, soit pour mesurer le gaz acide carbonique obtenu en volume. (Voir la description de ce procédé analytique dans l'*Annuaire de l'Observatoire de Montsouris*, année 1877, p. 393.)

» M. le Directeur de l'Observatoire nous apprend, il est vrai, que les compteurs dont on fait usage à Montsouris pour mesurer le volume de l'air sont des *compteurs de précision*, ADOPTÉS PAR M. REGNAULT; ils sont contrôlés au moyen du gazomètre ordinaire, et ils fonctionnent toujours dans les mêmes conditions.

» Que M. Marié-Davy me permette de croire et même d'affirmer que, si l'illustre physicien dont il invoque ici le nom et l'autorité avait institué des recherches pour déterminer les *cent millièmes* d'acide carbonique dans l'air atmosphérique, il aurait laissé à l'usine à gaz ses compteurs de précision; il aurait employé, comme toujours, les méthodes si parfaites que l'on retrouve dans ses beaux travaux et qui immortaliseront, dans la Science, le nom de M. Regnault.

» A la suite de deux séries d'analyses faites après un intervalle de six années, j'ai retrouvé la même proportion d'acide carbonique dans l'air, et j'ai annoncé ces résultats, qui ne me paraissent pas dus au hasard. Cependant, M. Marié-Davy, sans doute un peu contrarié dans ses théories sur les allures des grands courants aériens, déclare qu'il peut opposer des faits nombreux et bien observés à mon opinion sur la stabilité du gaz carbonique et sa diffusion; puis, sans vouloir rappeler ces faits *nombreux et bien observés*, il cite les expériences faites par M. Truchot à Clermont-Ferrand, au sommet du Puy-de-Dôme et au pic de Sancy pour établir l'influence de l'altitude [1].

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 675.

» Je transcris les conclusions de M. Truchot :

« La proportion d'acide carbonique diminue assez rapidement à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère; et ce résultat n'a rien d'étonnant lorsque l'on considère, d'une part, que c'est à la surface du sol que se produit l'acide carbonique et, de l'autre, qu'il est notablement plus lourd que l'air. »

» Tout en rendant hommage aux efforts tentés par M. Truchot, qui a dû certainement rencontrer de grandes difficultés, je ne puis admettre que l'influence de l'altitude soit absolument démontrée par une seule expérience au pic de Sancy et au sommet du Puy-de-Dôme. Voici mes raisons : M. Truchot opérait sur un volume de 10^{lit} d'air, à l'altitude de 1884^{m}, sous une pression de 578^{mm} au pic de Sancy; après correction, le volume d'air analysé devait être réduit à 7448^{cc}; la quantité totale d'acide carbonique obtenue dans cette expérience était de $0^{gr},0025$ en poids, de $1^{cc},3$ en volume.

» L'acide carbonique a été fixé dans l'eau de baryte, titrée avant et après l'expérience, par l'acide sulfurique dilué : trois tubes de $0^{m},10$ de long, communiquant entre eux par des tubes plongeurs, composaient l'appareil d'absorption; chacun des tubes recevant, avant l'expérience, 10^{cc} d'eau de baryte. Rien de plus simple que cette disposition. Mais on n'a pris aucune précaution pour ramener au *même volume*, après l'expérience, l'eau de baryte traversée par l'air plus ou moins saturé d'humidité.

» On voudra bien m'accorder qu'au sommet du Puy-de-Dôme, par une température de 21°, sous une pression réduite à 638^{mm}, l'eau de baryte a dû éprouver une évaporation notable; cet effet de concentration peut donc très justement expliquer les résultats analytiques de M. Truchot.

» J'ose espérer qu'après avoir lu mes observations, M. Marié-Davy me permettra d'attribuer à des *corrections imparfaites* la plus large part dans les écarts progressifs obtenus sous l'*influence de l'altitude*.

» En opérant d'ailleurs sur des volumes aussi petits, on doit craindre que la moindre erreur relative, multipliée ensuite par 10000, ne donne une erreur absolue considérable.

» Enfin, si l'influence de l'altitude était bien établie par les expériences citées, comment expliquer *la moyenne générale* de 40,9 acide carbonique pour 100000 trouvée à Clermont-Ferrand, à l'altitude de 395^{m}, par M. Truchot lui-même, tandis qu'à Paris nous admettons pour moyenne générale 30,0 pour 100000, à une altitude qui n'atteint pas 60^{m}?

» Quant à moi, je considère que de nouvelles expériences sont nécessaires : je les appelle de tous mes vœux, dût-on nous prouver nettement

que la proportion d'acide carbonique diminue à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère.

» Je signale avec confiance cette question si intéressante de Physique générale et de Météorologie à l'attention de M. Alluard, le savant directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme; il pourrait la résoudre et donner à la Science une grande satisfaction, en établissant une série d'expériences comparatives, faites aux mêmes heures, par les mêmes méthodes, à Clermont (en dehors de la ville) et au sommet du Puy-de-Dôme; la différence entre l'altitude de ces deux stations étant de 1100^m, on obtiendrait ainsi des résultats tout à fait sérieux et dignes d'intérêt.

» Avant de terminer cette Note, je tiens encore à expliquer ma pensée *sur la diffusion uniforme de l'acide carbonique*. En reproduisant, dans ma dernière Communication à l'Académie ([1]), cette formule trouvée par Gay-Lussac, j'ai voulu, comme lui, indiquer l'état d'équilibre, pour ainsi dire, permanent dans lequel se trouvent les différents gaz qui constituent notre atmosphère. Est-ce dire que je ne reconnais pas les causes de diminution ou augmentation du gaz carbonique et de l'oxygène? Mes expériences sont là pour démontrer que j'ai cherché à saisir l'importance de ces variations, pour l'acide carbonique, en recueillant l'air à analyser dans les conditions les plus différentes: soit au centre des *foyers de réduction*, au milieu des récoltes en végétation, sous l'influence des rayons solaires; soit au centre des *foyers de production*, dans une grande ville, comme Paris, près d'usines dont les cheminées émettent jour et nuit des torrents d'acide carbonique.

» Le *minimum* absolu a été de 27,99 pour 100000 le 10 juillet 1873, pendant le jour, dans un champ d'orge avec luzerne, *foyer de réduction*.

» Le *maximum* absolu, 35,16 pour 100000, a été obtenu le 27 janvier 1879, à Paris, *foyer de production*, dans son intensité.

» On voit que l'écart entre ces deux *proportions extrêmes* est de 7,1 pour 100,000.

» Je maintiens donc toutes les conclusions de mes précédentes Communications et j'espère pouvoir continuer mes expériences, en cherchant toujours à les perfectionner. »

([1]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 1144; 1880.

MINÉRALOGIE. — *Nouveau minéral météoritique, avec un complément d'informations au sujet de la chute de météorites observée dans l'Iowa, en mai 1879.* Note de M. J. LAWRENCE SMITH, présentée par M. Daubrée.

« J'ai déjà signalé dans une précédente Communication (1) le minéral qui fait l'objet du présent travail; mais, m'étant procuré, depuis ma première publication, un supplément de substance, je me suis trouvé en état d'en faire une détermination plus précise. Cette nouvelle étude m'a fait persévérer dans l'opinion que le minéral que j'ai rencontré diffère de tous ceux qu'on a jusqu'ici signalés dans la composition des météorites.

» Dans deux ou trois échantillons, ce minéral fait saillie à la surface des pierres et tranche sur la nuance de la croûte fondue par sa couleur jaune foncé. Une fois brisé, il montre un clivage assez facile, un aspect gras et opalescent, et une couleur jaune verdâtre. Sa structure au microscope est nettement différente de celle de l'olivine.

» N'ayant pas à ma disposition d'appareils convenables, je n'ai pu étudier les caractères optiques de ce minéral; mais il m'a été possible d'en étudier les caractères physiques et chimiques.

» La densité, prise sur $0^{gr},300$, a été trouvée de 3,23.

» L'analyse exécutée sur deux échantillons a donné (2) :

	I.	II.	Oxygène.
Silice	49,60	49,59	25,73
Protoxyde de fer	15,78	17,01	3,77
Magnésie	33,01	32,51	12,76
	98,39	99,11	

» Les résultats consignés dans la colonne I concernent un fragment de $0^{gr},100$ que j'ai moi-même extrait de la météorite. Ceux de la colonne II représentent la composition d'un autre morceau de $0^{gr},350$ que m'avait envoyé un ami.

» Des proportions relatives d'oxygène contenues dans la silice et dans les bases on déduit très approximativement la formule

$$\mathrm{Si\,R} + \tfrac{1}{2}(\mathrm{Si}, 2\mathrm{R})$$

(1) *Comptes rendus* du 26 avril 1880, p. 961. Dans cette Note, la formule a été établie d'une manière incorrecte.

(2) M. Lawrence Smith n'a pas indiqué si la substance est attaquable ou non par l'acide.

ou peut-être plus exactement

$$2\ddot{\text{Si}}\dot{\text{R}} + \ddot{\text{Si}}, 2\dot{\text{R}},$$

qui représente 2^{at} d'enstatite ou bronzite unis à 1^{at} d'olivine.

» J'ai jugé convenable d'appeler ce nouveau minéral du nom de *peckhamite,* en l'honneur du professeur Peckham, qui a été si habile à recueillir les minéraux de la région de nos lacs et à qui je suis redevable de toutes facilités dans mes recherches sur les météorites.

» Je saisis cette occasion pour résumer un supplément de faits intéressants relatifs à la relation déjà donnée de la chute des météorites d'Emmel County. Des enfants qui gardaient des bestiaux sur la limite commune de ce comté et de celui de Dickson, à 8^{km} ou 10^{km} au sud-ouest du point où les grosses météorites furent trouvées, assurèrent avoir vu et entendu, immédiatement après le passage du bolide, une grêle de pierres tomber dans l'eau qui submergeait une prairie voisine. On avait oublié ce récit quand, il y a quelques semaines, c'est-à-dire près d'un an après le phénomène, on trouva sur le sol, dénudé par l'incendie de la prairie desséchée, quelques petites météorites. L'attention fut tellement éveillée alors, que plusieurs centaines de personnes, hommes, femmes et enfants, s'appliquèrent à explorer la surface du sol jusqu'à 13^{km} de distance. Il résulta de ce travail la découverte de milliers de fragments, dont les plus petits sont à peine gros comme un pois, tandis que d'autres, beaucoup plus rares, pèsent jusqu'à 500^{gr}. On estime à trois mille au moins le nombre de ces échantillons et leur poids total à 30^{kg}. Pour la forme et les dimensions, ils ressemblent beaucoup aux météorites de Pultusk, qui sont cependant un peu plus régulières; mais ils en diffèrent par leur nature essentiellement métallique. Ils consistent en effet en fer nickelé, et les plus grands eux-mêmes ne possèdent que des quantités très faibles de minéraux pierreux. Un fait remarquable est que, malgré leur séjour de près d'un an au sein de l'eau, ils n'ont pas éprouvé le moindre commencement d'oxydation; plusieurs même sont tout à fait brillants et ressemblent, comme celui que je joins à cette Note, à des pépites de platine natif. Peut-être cette préservation est-elle due à l'existence d'un revêtement, d'ailleurs invisible à cause de sa minceur, de silicates fondus.

» Il est évident pour moi que le passage rapide à travers l'atmosphère de la météorite a désagrégé la surface de celle-ci : la substance pierreuse s'est pulvérisée complètement, tandis que les granules métalliques, privés du ciment qui les retenait ensemble, sont tombés successivement tout le

long de la trajectoire du bolide, c'est-à-dire sur plusieurs kilomètres de distance. Grâce à cet éparpillement, nous pouvons maintenant reconnaître la vraie direction de cette trajectoire, orientée non pas N.O.-S.E., comme on le croyait tout d'abord, mais S.O.-N.E.

» En terminant, j'ajouterai que nous devons beaucoup d'obligations à M. Charles Birge, de Keokuk (Iowa), pour le soin avec lequel il a recueilli les divers faits que je viens de résumer. »

M. **Schefer** adresse des documents relatifs à l'emploi du bitume de Judée contre les maladies de la vigne. Ce fait, auquel les auteurs arabes ont attaché une grande importance, a déjà été signalé à l'Académie et étudio par M. Louis Lortet dans un Mémoire sur les gîtes bitumineux de la Judée [1].

» Un auteur persan qui jouit en Orient d'une grande célébrité, Nassiri Khosrau, a fait pendant la première moitié du XIe siècle un voyage en Syrie, en Égypte et en Arabie dont il a laissé une relation.

» Il raconte que, pendant son séjour à Tibériade, il a entendu raconter qu'il se détachait du fond de la mer de Loth (la mer Morte) une substance dont les morceaux étaient aussi gros qu'un bœuf, qu'elle était de couleur noire et qu'elle avait l'apparence de la pierre sans en avoir la dureté. On la recueille, dit-il, on la casse en morceaux et on l'exporte en tous pays. Lorsqu'on en met au pied d'un arbre, elle le préserve des attaques des vers et ses racines sont à l'abri des ravages de tous les insectes qui vivent sous terre. Les droguistes, ajoute Nassiri Khosrau, achètent cette substance et la mettent dans leurs marchandises pour en écarter un insecte qui porte le nom de *naqrah*.

» Un auteur plus moderne, le cheikh Abdoul Ghany, originaire de la ville de Naplouse, visita la Palestine en l'année 1101 de l'hégire (1689). Il se rendit sur les bords de la mer Morte et il consigne ses observations dans le récit de son voyage.

« La mer Morte, dit-il, produit la substance appelée *hammar* (bitume). C'est le seul endroit de la terre où on le trouve. Il y en a de deux espèces : l'une est recueillie sur le rivage où elle est rejetée par les flots, l'autre provient des fouilles que l'on fait non loin du bord de la mer. Au moyen du feu et de l'eau chaude on débarrasse cette dernière espèce de la terre et du gravier auxquels elle se trouve mêlée : ce procédé est le même que celui qu'on emploie pour séparer la cire du miel.

---

[1] *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XXIV, p. 42.

» Ainsi purifiée, cette substance a une couleur grise d'une teinte uniforme. Son odeur se rapproche de celle du goudron de l'Iraq. Le bitume qui est rejeté par la mer est lourd et dur. On le frelate en le mêlant à de la poix. Quand il est pur, sa couleur ne s'altère point en vieillissant. Celui que l'on extrait de la terre est meilleur que celui que l'on trouve sur le sol et il entre dans la composition de la thériaque. Ces deux espèces sont chaudes et sèches au troisième degré. On les adoucit en y mêlant de l'huile. Les habitants du pays s'en servent ainsi pour en frotter leurs vignes et les préserver des ravages des insectes.

» Les gens de cette contrée, ajoute ce voyageur, nous racontèrent que pendant l'hiver on entend au sein de la mer Morte des grondements d'une extrême violence et des bruits qui ressemblent aux roulements du tonnerre. Ce phénomène leur apprend que la couche de bitume a été rompue. Ils se rendent alors sur la rive pour en recueillir les morceaux. »

» Cette notice est suivie de l'énumération des maladies pour le traitement desquelles les médecins arabes du moyen âge prescrivaient le bitume. Je n'ai voulu que signaler l'emploi du bitume de Judée pour préserver les racines des vignes et des arbres fruitiers des ravages des vers et des insectes, tel que je l'ai trouvé mentionné dans deux auteurs orientaux, dont l'un a vécu au XIe et l'autre au XVIIe siècle. »

RAPPORTS.

GÉODÉSIE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Peirce [1] *concernant la constante de la pesanteur à Paris et les corrections exigées par les anciennes déterminations de Borda et de Biot.*

(Commissaires : MM. d'Abbadie, Mouchez, Faye rapporteur.)

« Une des conquêtes les plus intéressantes de la Science, c'est assurément celle qui nous a appris qu'en faisant osciller un poids quelconque au bout d'un fil de longueur connue, près du pôle et à l'équateur, on pouvait en conclure la figure du globe terrestre. Tout se réduit à compter les oscillations en un temps donné et à mesurer la longueur du fil. Pour que le pendule batte la seconde aussi bien à l'équateur qu'au pôle, il faut, à l'équateur, le raccourcir de 5^{mm}. C'est de ces 5^{mm} qu'on déduit l'aplatissement par la formule de Clairaut. Si l'on obtient cette petite quantité à $\frac{1}{10}$ de millimètre près, on en tire l'aplatissement à $\frac{1}{50}$, c'est-à-dire avec une précision bien supérieure à celle que la célèbre Commission du système

[1] Voir un extrait de ce Mémoire dans les *Comptes rendus* de la séance précédente.

métrique avait obtenue en combinant l'arc de France avec celui du Pérou. Si l'on mesurait ces 5^{mm} à $0^{mm},01$ près, on aurait la précision de $\frac{1}{500}$, supérieure à celle que donne aujourd'hui l'ensemble des mesures géodésiques actuellement connues.

» On est loin cependant d'avoir atteint ce degré de précision dans une mesure si simple en apparence, non seulement à cause des irrégularités du globe terrestre, mais surtout à cause des erreurs d'observation. C'est un échec sérieux pour la Science, et il importe de s'en rendre compte. Cet échec tient à deux sources d'erreur connexes qu'il aurait été bien facile d'éviter. On a mal calculé les effets de la résistance de l'air; on a trop compté sur la fixité des supports. Bessel, le premier, a montré que la réduction au vide qu'on applique depuis Bouguer aux observations du pendule doit être presque doublée. Il aurait fallu en conclure qu'on doit opérer dans le vide. En second lieu, on a fini par reconnaître que les supports d'un lourd pendule sont entraînés par lui ([1]), en sorte que la pesanteur n'est pas seulement employée à faire osciller le pendule : une partie notable de cette force s'absorbe dans les oscillations communiquées au support. Il aurait fallu en conclure qu'on doit opérer avec un pendule très léger.

» Ces deux causes d'erreur sont connexes. En effet, si l'on donne au pendule une lourde masse, laquelle déplace forcément ses appuis pour peu qu'on l'écarte de la verticale, c'est pour lutter contre la résistance de l'air, faire durer plus longtemps les oscillations et en déterminer la durée avec plus d'exactitude. Supprimez l'air et vous pourrez réduire la masse au centième ou au millième, et par conséquent faire disparaître du même coup l'entraînement des supports et les incertitudes de la réduction au vide. On ne s'est pas avisé de cette solution si simple. Tout au contraire, une remarque ingénieuse de Bessel ayant donné l'idée qu'on parviendrait à éliminer l'influence de l'air, sans faire le vide, par une disposition particulière du pendule à réversion, on a été conduit à donner à celui-ci un poids considérable, tout en diminuant la stabilité du support afin de rendre l'instrument plus transportable.

» C'est alors que la seconde cause d'erreur, fortement accrue, a fini par frapper les observateurs : il ne s'agissait plus de centièmes, mais de dixièmes de millimètre. Malgré la remarquable exécution du pendule transportable construit par les frères Repsold, on n'avait réellement pas

---

([1]) M. Peirce a lui-même insisté sur ce point dès 1875, à une époque où les observateurs croyaient fermement à la fixité absolue de leurs supports.

fait un progrès. Ce fut du moins le signal d'études fort sérieuses sur cette cause d'erreur, complètement négligée jusqu'alors. M. Hirsch trouva le moyen de la rendre frappante par une amplification optique considérable; M. Plantamour, aidé de cet appareil, en fit l'objet d'expériences décisives; MM. Cellerier et Peirce la soumirent à l'analyse et parvinrent, indépendamment l'un de l'autre, à une formule de correction tout à fait pratique. Dans ces circonstances, M. Peirce, chargé par la Direction du Coast Survey, aux États-Unis, de l'étude de la pesanteur, a jugé que le moment était venu de soumettre à une révision minutieuse les déterminations fondamentales exécutées autrefois dans les divers pays. Pour ce qui regarde la France, il a repris les excellentes observations de Borda et de Biot, afin de leur appliquer les corrections les plus délicates qu'indique aujourd'hui la théorie, en tenant compte non seulement de la réduction correcte au vide, mais aussi de la viscosité de l'air et de l'ébranlement des piliers. Admis libéralement par notre confrère M. le Directeur de l'Observatoire dans cet établissement, il a pu remettre à très peu près les supports de Biot dans leur état primitif, en les débarrassant des traverses dont MM. Laugier et Winnerl avaient, il y a bien longtemps, reconnu la nécessité pour leurs expériences sur des pendules d'horloge très lourds. Il a mesuré expérimentalement l'effet de leur oscillation, à peu près dans les circonstances où Biot avait opéré. Enfin il a déterminé lui-même la longueur du pendule simple par son propre appareil, et nous croyons, malgré le vice inhérent à cet appareil lui-même, pouvoir inscrire son résultat sur la même ligne que ceux qu'il est venu perfectionner. Nous avons ainsi :

	Longueur du pendule à Paris.	Altitude.
	mm	m
Par Borda..........	993,918	67
» Biot...........	993,913	74
» Peirce..........	993,934	74

» Voilà enfin un résultat entièrement digne de confiance; on peut espérer que la moyenne donne pour Paris, à l'altitude de 72^{m} environ, l'intensité de la pesanteur, à un cent-millième près, ou la longueur du pendule avec la précision d'un centième de millimètre.

» Si l'on considère l'intérêt qui s'attache de nouveau à cette question, un peu délaissée chez nous depuis cinquante ans, mais que l'Association géodésique internationale a remise à l'ordre du jour des grandes entreprises scientifiques, le travail que vient de faire M. Peirce à l'Observatoire

ne paraîtra pas un simple hommage rétrospectif à deux illustres savants, Borda et Biot, mais un service réel rendu à la Science française. Nous prions l'Académie de vouloir bien en témoigner à M. Peirce toute sa satisfaction. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de l'inversion.* Mémoire de M. ELLIOT. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Bouquet.)

« J'ai indiqué précédemment (¹) deux propriétés des fonctions $\Theta^{(q)}$ où entrent p intégrales abéliennes normales de première espèce et q intégrales normales de troisième espèce. Quand on remplace ces intégrales par des quantités arbitraires, $\Theta^{(q)}$ devient une fonction de $p+q$ variables indépendantes. Dans le nouveau travail que je soumets au jugement de l'Académie, je me suis proposé de montrer comment, à l'aide de ces fonctions $\Theta^{(q)}$ et en suivant la marche de Riemann, on peut intégrer un système d'équations différentielles abéliennes étendues à des intégrales de troisième espèce. MM. Clebsch et Gordan ont traité ce problème (²) d'une façon toute différente, et les intégrales de troisième espèce qu'ils considèrent sont supposées infinies pour les deux racines qui correspondent aux deux branches d'un point double, ce qui nécessite l'emploi préalable d'une transformation birationnelle.

» En désignant par $u^{(i)}(x,y)$ et $v^{(k)}(x,y)$ les intégrales normales de première et de troisième espèce, les équations différentielles dont il s'agit sont

$$(1)\quad \begin{cases} \displaystyle\sum_{h=1}^{h=p+q} \frac{\Phi_i(x_h,y_h)}{F'_y(x_h,y_h)}\,dx_h = du_i, & (i=1,2,\ldots p), \\ \displaystyle\sum_{h=1}^{h=p+q} \frac{\varphi_k(x_h,y_h)}{[\xi^{(k)},\eta^{(k)}]_h F'_y(x_h,y_h)}\,dx_h = dv_k, & (k=1,2,\ldots,q). \end{cases}$$

$\Phi_i(x,y)$ est un polynôme du degré $m-3$, $\varphi_k(x,y)$ un polynôme du degré

(¹) *Comptes rendus*, 23 février 1880.
(²) *Theorie der abelschen Functionen.*

$m-2$; le symbole $[\xi^{(k)}, \eta^{(k)}]$ représente un déterminant qui est le premier membre de l'équation de la droite passant par les deux infinis de l'intégrale $v^{(k)}(x, y)$, et l'indice h signifie qu'on y a remplacé x et y par x_h et y_h. On regarde, dans ces équations, les quantités x_h comme fonctions des $p+q$ variables u_i et v_k. L'existence du système intégral se démontre comme pour le cas du problème de Jacobi ([1]).

» Les propriétés des fonctions $\Theta^{(q)}$ sont complètement analogues à celles des fonctions Θ. Je me borne à l'énoncé du théorème suivant :

» *Soient* $\varphi(x,y)=0$, $\psi(x,y)=0$ *les équations de deux courbes données du degré* n, (α_l, β_l) *les* mn *points d'intersection de la première avec la courbe fondamentale* $F(x,y)=0$, (α'_l, β'_l) *les* mn *points d'intersection de la seconde, les deux produits*

$$w=\prod_{l=1}^{l=mn}\frac{\Theta^{(q)}\left[\sum_{h=1}^{h=p+q}u^{(i)}(x_h,y_h)-u^{(i)}(\alpha'_l,\beta'_l)-C_i,\ \sum_{h=1}^{h=p+q}v^{(k)}(x_h,y_h)-v^{(k)}(\alpha'_l,\beta'_l)-c_k\right]}{\Theta^{(q)}\left[\sum_{h=1}^{h=p+q}u^{(i)}(x_h,y_h)-u^{(i)}(\alpha_l,\beta_l)-C_i,\ \sum_{h=1}^{h=p+q}v^{(k)}(x_h,y_h)-v^{(k)}(\alpha_l,\beta_l)-c_k\right]},$$

$$P=\prod_{h=1}^{h=p+q}\frac{\psi(x_h,y_h)}{\varphi(x_h,y_h)}$$

C_i *et* c_k *étant des constantes convenablement choisies, ne diffèrent que par une constante.*

» Si l'on suppose que les points (x_h, y_h), qui sont quelconques, sont précisément ceux qui constituent le système intégral des équations (1), la fonction w deviendra, en tenant compte de ces équations,

$$w(u_i, v_k)=\prod_{l=1}^{l=mn}\frac{\Theta^{(q)}[u_i-u^{(i)}(\alpha'_l,\beta'_l)-C_i,\ v_k-v^{(k)}(\alpha'_l,\beta'_l)-c_k]}{\Theta^{(q)}[u_i-u^{(i)}(\alpha_l,\beta_l)-C_i,\ v_k-v^{(k)}(\alpha_l,\beta_l)-c_k]}.$$

» Remplaçons maintenant la courbe $\psi(x,y)=0$ par la courbe

$$\varphi(x,y)+\lambda\psi(x,y)=0,$$

λ étant un paramètre arbitraire. La fonction P deviendra

$$P=\prod_{h=1}^{h=p+q}\left[1+\lambda\frac{\psi(x_h,y_h)}{\varphi(x_h,y_h)}\right].$$

([1]) Briot, *Théorie des fonctions abéliennes*, Chap. IX.

En l'ordonnant par rapport à λ, les coefficients seront des fonctions symétriques des rapports $\frac{\psi(x_h, y_h)}{\varphi(x_h, y_h)}$. Appelons E la constante

$$\frac{\varpi(0, 0)}{\left[1 + \lambda \frac{\psi(x_0, y_0)}{\varphi(x_0, y_0)}\right]^{p+q}};$$

on aura

$$\varpi(u_i, v_k) = \mathrm{EP},$$

et, en donnant $p + q$ valeurs distinctes à λ, on aura $p + q$ équations du premier degré qui permettront d'exprimer les fonctions symétriques au moyen des $p + q$ fonctions $\varpi(u_i, v_k)$ répondant aux valeurs attribuées à λ. On obtiendra en particulier des fonctions symétriques des x_h en faisant $\varphi = 1$, $\psi = x$, en sorte que les x_h seront racines d'une équation algébrique dont les coefficients dépendent des fonctions $\varpi(u_i, v_k)$. »

BALISTIQUE. — *Sur un appareil destiné à enregistrer la loi du mouvement d'un projectile soit dans l'âme d'une bouche à feu, soit dans un milieu résistant.* Note de M. SEBERT. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Phillips, Berthelot, Cornu, Favé.)

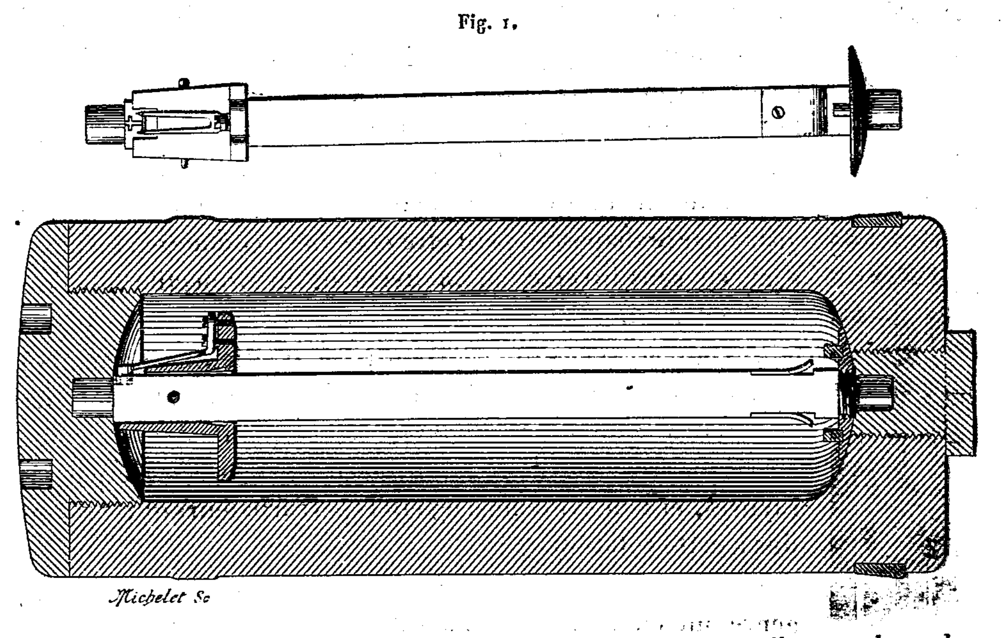
« On cherche depuis longtemps le moyen de déterminer la loi du mouvement d'un projectile dans l'âme d'une bouche à feu, afin d'en déduire la loi des pressions développées par la combustion de la charge, loi dont la connaissance permettrait d'améliorer le mode de construction des pièces et le mode de fabrication et d'emploi des poudres.

» Les procédés qu'on a tenté d'employer pour obtenir ce résultat ne donnent qu'avec de grandes difficultés un petit nombre de points de la courbe des espaces parcourus par le projectile en fonction des temps, et ils exigent le tronçonnage ou la perforation des parois de la pièce ; par suite, ils ne sont pas applicables à l'étude des nouvelles pièces de gros calibre, dont le prix de revient atteint une valeur considérable.

» J'ai récemment réussi, par un procédé nouveau et sans toucher en rien à la pièce, à obtenir la loi du mouvement du projectile au moyen d'un mécanisme logé dans l'intérieur de ce dernier et qui enregistre automatiquement les valeurs des espaces parcourus pendant une longue série de durées successives, égales chacune à une fraction très petite de seconde, fraction que j'ai pu faire descendre jusqu'à $\frac{1}{6000}$.

» Ce mécanisme se compose simplement (*fig.* 1) d'une tige métallique, à section carrée, placée dans l'axe du projectile et qui sert de guide à une

Fig. 1.



masse mobile. Cette masse porte un petit diapason vibrant dont les branches se terminent par deux petites plumes métalliques qui laissent les traces de leur passage sur l'une des faces de la tige, recouverte, à cet effet, de noir de fumée.

» Cette masse est amenée, avant le tir, contre la face antérieure du projectile, et les branches du diapason sont alors maintenues écartées par l'introduction d'un petit coin qui est fixé sur la tige.

» Au moment du tir, la masse, par son inertie, tend à rester en place ; le projectile se déplace brusquement en entraînant la tige; il arrache ainsi le coin et détermine la mise en vibration du diapason, dont les plumes tracent sur le noir de fumée deux courbes sinusoïdales symétriques.

» En déplaçant à la main, avant le tir, la masse mobile le long de la tige, mais laissant alors le diapason au repos, on a préalablement tracé deux droites parallèles qui constituent les axes ou médianes de ces traces sinusoïdales.

» Les intersections de l'une quelconque des deux courbes avec la ligne médiane correspondante font connaître les positions relatives du projectile et de la masse inerte au bout de chacun des intervalles de temps égaux que représentent les vibrations du diapason.

» Il est facile de démontrer que, par suite de l'extrême rapidité du mouvement imprimé au projectile, la masse inerte ne peut se déplacer dans l'espace que d'une quantité négligeable sous l'influence du frottement et des résistances passives qui peuvent tendre à l'entraîner en avant pendant le temps que le projectile met à se déplacer de sa propre longueur, temps qui n'atteint pas un centième de seconde. Par suite, le mouvement relatif de la masse inerte, enregistré par le diapason, peut être considéré comme exactement égal, en sens inverse, au mouvement du projectile que l'on veut déterminer.

» Tout le mécanisme est disposé d'ailleurs de façon à pouvoir tourner autour de l'axe de la tige centrale, dont les extrémités forment tourillons; par conséquent, il ne participe pas au mouvement de rotation imprimé au projectile par les rayures, et l'on évite ainsi les effets perturbateurs qui seraient dus à cette rotation.

» Les premiers essais de projectiles enregistreurs de ce genre ont eu lieu le 25 mars de cette année, au champ de tir de la poudrerie de Sevran-Livry, où les projectiles sont dirigés dans des chambres à sable qui permettent de les recueillir facilement. On a opéré avec le canon de $0^{m},24$ (modèle 1870) de la marine et des projectiles cylindriques du poids réglementaire de 144^{kg}.

» La résistance qu'il était nécessaire de laisser aux parois pour éviter des ruptures dans les chambres à sable n'a pas permis de donner à ces projectiles une longueur supérieure à $0^{m},60$ et de laisser, par suite, une course libre de plus de $0^{m},40$ à la masse inerte; dans un tir horizontal sur une plage unie, il serait possible de dépasser beaucoup cette limite.

» Les diapasons employés dans ces expériences donnaient environ 3000 vibrations par seconde; on a tiré aux charges de 14^{kg}, 21^{kg} et 28^{kg} de poudre, imprimant aux projectiles des vitesses respectives de 300^{m}, 370^{m} et 440^{m}; la dernière charge est la charge réglementaire. On a obtenu des tracés très nets et très réguliers dont un spécimen est donné par la figure ci-jointe (*fig.* 2) pour la charge de 28^{kg}.

Fig. 2. — 15 mai 1880, n° 3. Charge, 28^{kg}. Diapason n° 6 donnant 3073 vibrations.

» Ces tracés, relevés au microscope, ont permis d'obtenir, pour chacun, une vingtaine de points de la courbe des espaces parcourus par le projectile en fonction des temps, sur une longueur de $0^m,40$ environ. De cette courbe on a pu déduire, suivant la méthode connue, la courbe des vitesses acquises et la courbe des forces accélératrices en fonction des temps.

» En supposant connues les résistances passives dues aux rayures et au forcement dans l'âme, résistances que l'on peut déduire d'expériences spéciales, on peut donc déterminer, par ce procédé, la loi des pressions développées par les gaz de la poudre sur le culot des projectiles en fonction des temps (¹). Ces mesures ne s'appliquent qu'à la première partie du parcours dans l'âme; mais c'est cette partie qui présente le plus d'intérêt, car c'est celle pendant laquelle les poudres développent les effets qui les caractérisent. J'indiquerai d'ailleurs plus loin le moyen d'obtenir la loi du mouvement sur une plus grande longueur. »

M. J. Viard adresse à l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Étude sur l'électricité ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, Desains.)

CORRESPONDANCE.

M. Stas, nommé Correspondant pour la Section de Chimie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une Lettre de M. Dubrunfaut, accompagnant l'envoi d'une nouvelle série de deux cent treize pièces autographes qui ont appartenu aux archives de l'Académie.

L'Académie renouvelle ses remercîments à M. Dubrunfaut.

(¹) M. Le Roux a, depuis longtemps, proposé de loger dans un projectile un mécanisme spécial, destiné à enregistrer directement les pressions développées sur le culot de ce projectile en différents points de son parcours dans l'âme.

Ce n'est que par suite de l'impossibilité de réaliser actuellement les installations nécessaires pour recueillir un semblable projectile après le tir, sans en détériorer les organes, que j'ai été conduit à me contenter de l'enregistrement de la loi du mouvement au lieu de l'enregistrement direct de la succession des pressions.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur des transcendantes qui jouent un rôle important dans la théorie des perturbations planétaires.* Note de M. G. **Darboux.**

« Dans ma précédente Communication, j'ai remarqué que la formule qui fait connaître comment la fonction $P(\lambda, s)$ se comporte dans le voisinage de la valeur $a = 1$ devient indéterminée quand $2s$ est un nombre entier. Elle n'est donc pas directement applicable aux cas que l'on étudie en Astronomie, et il m'a semblé qu'il pourrait être utile d'indiquer le résultat auquel on arrive lorsqu'on fait disparaître l'indétermination. Les transcendantes $P(\lambda, \frac{3}{2})$, $P(\lambda, \frac{5}{2})$, ... s'expriment, comme on sait, d'une manière très simple au moyen des transcendantes $P(\lambda, \frac{1}{2})$; il suffira donc de considérer seulement le cas où l'on a $s = \frac{1}{2}$.

» On obtient alors, par un calcul que je supprime,

$$P\left(\lambda, \frac{1}{2}\right) = \frac{a^\lambda}{\pi}[4 \log 2 - \log(1 - a^2) - 2L] F\left(\lambda + \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1, 1 - a^2\right) - \frac{a^\lambda}{\pi} \Delta F,$$

en désignant par L la somme

$$1 + \frac{1}{3} + \ldots + \frac{1}{2\lambda - 1}$$

et par ΔF l'expression

$$\left(\frac{\partial}{\partial\alpha} + \frac{\partial}{\partial\beta} + 2\frac{\partial}{\partial\gamma}\right) F(\alpha, \beta, \gamma, 1 - a^2),$$

où l'on remplace, après les différentiations, α, β, γ par $\lambda + \frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, 1.

» Il serait facile de donner à l'équation précédente des formes nouvelles, mettant en évidence le carré de λ, qui seul doit figurer dans les formules. Je ne m'arrête pas à ces transformations, et je vais indiquer une expression, sous forme d'intégrale définie, des quantités $P(\lambda, s)$ qui conduit à une démonstration nouvelle de la formule d'approximation que j'ai donnée dans ma première Communication.

» J'emploierai dans ce but l'équation suivante, relative à la série hypergéométrique,

$$\int_0^1 \frac{t^{\beta-1}(1-t)^{\rho+\gamma-\alpha-\beta-1}}{(1-tx)^\rho} F(\rho - \alpha, \gamma - \alpha, \rho + \gamma - \alpha - \beta, 1 - t)\, dt$$
$$= \frac{\Gamma(\gamma + \rho - \alpha - \beta)\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}{\Gamma(\rho)\Gamma(\gamma)} F(\alpha, \beta, \gamma, x),$$

qui se démontre aisément par des procédés élémentaires et qui peut aussi se déduire d'un théorème de Jacobi, donné dans le Tome 56 du *Journal de M. Borchardt*. Si l'on y change t en t^2, et qu'on l'applique au polynôme $P(\lambda, s)$, on aura

$$P(\lambda, s) = \frac{2\Gamma(\rho)a^\lambda}{\Gamma^2(s)\Gamma(\rho+1-2s)} \times \int_0^1 \frac{t^{2s+2\lambda-1}(1-t^2)^{\rho-2s}}{(1-a^2t^2)^\rho} F(\rho-\lambda-s, 1-s, \rho+1-2s, 1-t^2)\,dt.$$

» Cette formule contient, on le voit, un paramètre ρ dont on peut disposer de manière à obtenir des expressions très variées de $P(\lambda, s)$. Pour trouver une expression simple des dérivées de $P(\lambda, s)$, je donne à ρ la valeur 1 et j'obtiens

$$P(\lambda, s) = \frac{2}{\Gamma^2(s)\Gamma(2-2s)} \times \int_0^1 \frac{t^{2s+2\lambda-1}(1-t^2)^{1-2s}}{1-a^2t^2} a^\lambda F(1-s+\lambda, 1-s, 2-2s, 1-t^2)\,dt.$$

» Décomposons $\frac{a^\lambda t^\lambda}{1-a^2t^2}$ en fractions simples, ce qui donne

$$\frac{a^\lambda t^\lambda}{1-a^2t^2} = \varphi(at) + \frac{1}{2}\frac{1}{1-at} + \frac{1}{2}\frac{(-1)^\lambda}{1+at},$$

et substituons cette expression dans la formule précédente. Si l'on prend la dérivée $n^{\text{ième}}$ de $P(\lambda, s)$, n étant supérieur à $\lambda - 2$, les termes provenant de la partie entière $\varphi(at)$ disparaissent, et l'on obtient l'expression très simple

$$\frac{\Gamma^2(s)\Gamma(2-2s)}{\Gamma(n+1)} \frac{d^n}{da^n} P(\lambda, s) = \int_0^1 t^{2s+\lambda+n-1}(1-t^2)^{1-2s}\left[\frac{1}{(1-at)^{n+1}} + \frac{(-1)^{\lambda+n}}{(1+at)^{n+1}}\right]dt.$$

Cette expression pourrait aussi se déduire, par un changement de variables, de la formule élégante

$$\frac{1}{\Gamma(n+1)} \frac{d^n}{da^n} P(\lambda, s) = \frac{\sin^2 s\pi}{\pi^2}\int_0^1\int_0^1 x^{s-1}y^{s-1}(1-x)^{-s}(1-y)^{-s}\left[\frac{1}{(1-axy)^{n+1}} + \frac{(-1)^{\lambda+n}}{(1+axy)^{n+1}}\right]dx\,dy,$$

qui m'a été communiquée par M. Tisserand.

» La formule, sous sa première forme, se prête de la manière la plus simple à l'évaluation de la dérivée $n^{\text{ième}}$ de $P(\lambda, s)$ quand n est très grand. On reconnaît sans peine que l'on peut négliger le second terme et même se contenter d'évaluer

$$\int_{1-\varepsilon}^{1} \frac{t^{2s+\lambda+n-1}(1-t^2)^{1-2s}}{(1-at)^{n+1}} F(1-s+\lambda, 1-s, 2-2s, 1-t^2)\,dt,$$

où ε est une quantité fixe aussi petite qu'on le veut. Si l'on fait une dernière transformation pour mettre en évidence le carré de λ, on a

$$\int_{1-\varepsilon}^{1} \frac{t^{n+3s-2}(1-t^2)^{1-2s}}{(1-at)^{n+1}} F\left[1-s+\lambda, 1-s-\lambda, \frac{3}{2}-s, -\frac{(1-t)^2}{4t}\right]dt.$$

» Posons $b=1-a$, $t=\frac{1}{1+b\omega}$, ω étant une nouvelle variable, et développons suivant les puissances de b; nous retrouverons la formule déjà donnée.

» J'aurais encore d'autres propositions à signaler relativement aux transcendantes $P(\lambda, s)$. Je me contenterai, en terminant, d'indiquer la formule

$$P(\lambda, 1-s) = \frac{\Gamma(\lambda+1-s)}{\Gamma(\lambda+s)} \frac{\Gamma(s)}{\Gamma(1-s)} (1-a^2)^{2s-1} P(\lambda, s),$$

qui permet de déduire les transcendantes relatives à $1-s$ de celles qui se rapportent à s.

» Cette formule se trouve d'ailleurs donnée dans le *Traité* de Legendre, au moins pour le cas où s est entier. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la méthode de Cauchy pour le développement de la fonction perturbatrice*. Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Puiseux.

« Le but de cette Note est de faire connaître un cas qui se présente dans l'application de l'une des méthodes données par Cauchy pour le développement de la partie $\frac{1}{\Delta}$ de la fonction perturbatrice. Pour abréger l'exposition, j'emploierai les notations dont M. Puiseux fait usage dans son Mémoire inséré au Tome VII des *Annales de l'Observatoire de Paris* [1].

[1] *Annales de l'Observatoire de Paris*, t. VII, p. 178 et 179.

» L'une des méthodes de Cauchy repose sur la résolution de l'équation

$$\Delta^2 = 0$$

par approximations successives; dans cette méthode intervient la quantité θ, définie par la relation

$$\theta = \operatorname{tang}\left(\frac{1}{2}\arcsin\frac{K}{H}\right),$$

K et H désignant des nombres positifs qui dépendent des excentricités et des inclinaisons. La considération de la même quantité θ est du reste nécessaire si l'on veut développer $\frac{1}{\Delta}$ sous la forme

$$\frac{1}{\Delta} = (X + Y)^{-\frac{1}{2}},$$

en posant

$$X = H\left[1 + \frac{K}{H}\cos(\psi' - \omega)\right],$$
$$Y = i'\cos 2\psi',$$

et éviter ainsi la résolution pénible de l'équation $\Delta^2 = 0$. On se trouve alors en présence de transcendantes de Laplace ayant θ pour argument.

» Or il peut arriver que l'on ait

$$\frac{K}{H} > 1.$$

» Ce cas se présente pour la comète Faye, troublée par Jupiter; en donnant à la comète quarante positions équidistantes en anomalie moyenne sur son orbite, je rencontre par trois fois des valeurs de $\frac{K}{H}$ supérieures à l'unité :

Valeurs de ψ.	Valeurs de $\frac{K}{H}$.
142°.12′.17″,39	1,000170
143.36.44,54	1,000161
145. 0.43,43	1,000111

» Il est facile de constater que cette circonstance ne pourrait se présenter si l'on n'avait égard qu'aux termes de K et H indépendants des excentricités et des inclinaisons; mais, dans le cas de la comète Faye, les termes qui dépendent de ces éléments prennent des valeurs considérables, d'où les valeurs précédentes de $\frac{K}{H}$, auxquelles peut correspondre une assez faible distance de la comète et de Jupiter.

» Cette difficulté peut être levée de la manière suivante. L'expression de Δ^2 pour une valeur particulière de l'anomalie excentrique de la planète troublée est

$$\Delta^2 = H + K\cos(\psi' - \omega) + i'\cos 2\psi';$$

mais on a aussi

$$\Delta^2 = H + i' + K\cos(\psi' - \omega) - 2i'\sin^2\psi'.$$

» Cette formule, ayant lieu pour toute valeur de ψ', a lieu pour $\psi' = \pi + \omega$; on obtient alors

$$(\Delta^2) = H + i' - (K + 2i'\sin^2\omega),$$

le symbole (Δ^2) désignant ce que devient Δ^2 lorsqu'on y fait $\psi' = \pi + \omega$. Il en résulte *qu'on aura toujours*

$$H + i' > K + 2i'\sin^2\omega,$$

et *a fortiori*

$$H + i' > K,$$

puisque i' et K désignent des nombres positifs. Il suffira donc de remplacer H par $H + i'$ et $\cos 2\psi'$ par $-2\sin^2\psi'$. L'équation $\Delta^2 = 0$ devient en effet, après quelques transformations,

$$0 = x'\left(x' + \theta' e^{\omega\sqrt{-1}}\right) + \frac{2i'\theta'}{K}\,\frac{(x'^2 - 1)^2}{1 + \theta' e^{-\omega\sqrt{-1}}x'},$$

θ' désignant la valeur de θ qui résulte de la substitution de $H + i'$ à H.

» On retrouve donc les solutions approchées

$$x' = 0, \quad x' = -\theta e^{\omega\sqrt{-1}},$$

comme dans la méthode de Cauchy, et il n'y aura de changement que dans la deuxième approximation.

» De même, si l'on veut employer la forme de développement

$$\frac{1}{\Delta} = (X + Y)^{-\frac{1}{2}},$$

on remplacera H par $H + i'$, et les transcendantes de Bessel fourniront, par l'application du théorème connu de Cauchy, le coefficient de l'exponentielle $e^{n'T'\sqrt{-1}}$ dans le développement de $\frac{1}{\Delta}$.

» Même dans les cas où la quantité $\frac{K}{H}$ est inférieure à l'unité et où, par suite, la forme de Cauchy est applicable, il est à remarquer que la substi-

tution de H + i' à H augmentera la convergence du développement, et cela d'autant plus que la valeur numérique de H sera moindre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires à une variable indépendante.* Note de M. APPELL, présentée par M. Bouquet.

« Je me propose, dans cette Note, d'indiquer pour les équations différentielles linéaires un théorème analogue au théorème sur les fonctions symétriques des racines d'une équation algébrique.

» I. Soient

$$(1) \qquad \frac{d^n y}{dx^n} + a_1 \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + a_2 \frac{d^{n-2} y}{dx^{n-2}} + \ldots + a_n y = 0$$

une équation différentielle linéaire sans second membre, et $y_1, y_2, \ldots, y_n$ un système fondamental d'intégrales. Le théorème en question est le suivant :

» *Toute fonction algébrique entière* F *de* $y_1, y_2, \ldots, y_n$ *et des dérivées de ces fonctions, qui se reproduit multipliée par un facteur constant différent de zéro quand on remplace* $y_1, y_2, \ldots, y_n$ *par les éléments d'un autre système fondamental d'intégrales, est égale à une fonction algébrique entière des coefficients de l'équation différentielle et de leurs dérivées multipliée par une puissance de* $e^{-\int a_1 dx}$.

» La fonction supposée F doit, en particulier, se reproduire, à un facteur constant près, quand on permute entre elles les fonctions $y_1, y_2, \ldots, y_n$. Il résulte de là que cette fonction contient les dérivées de $y_1, y_2, \ldots, y_n$ jusqu'au même ordre de dérivation. Soit p cet ordre; la démonstration du théorème comprend trois parties :

» 1° Si l'ordre p des plus hautes dérivées de $y_1, y_2, \ldots, y_n$ qui figurent dans F est moindre que $n-1$, la fonction F se réduit à une constante.

» 2° Si $p = n-1$, la fonction F est, à un facteur près indépendant de $y_1, y_2, \ldots, y_n$, une puissance du déterminant

$$\begin{vmatrix} y_1 & \frac{dy_1}{dx} & \frac{d^2 y_1}{dx^2} & \cdots & \frac{d^{n-1} y_1}{dx^{n-1}} \\ y_2 & \frac{dy_2}{dx} & \frac{d^2 y_2}{dx^2} & \cdots & \frac{d^{n-1} y_2}{dx^{n-1}} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots\cdots \\ y_n & \frac{dy_n}{dx} & \frac{d^2 y_n}{dx^2} & \cdots & \frac{d^{n-1} y_n}{dx^{n-1}} \end{vmatrix},$$

c'est-à-dire, d'après un théorème de M. Liouville, une puissance de $e^{-\int a_1 dx}$.

» 3° Si p est plus grand que $n-1$, on peut toujours, à l'aide de l'équation différentielle (1), remplacer dans F toutes les dérivées de $y_1, y_2, \ldots, y_n$ d'ordre supérieur à $n-1$ par les autres. Cette opération n'introduit évidemment dans F que des fonctions entières des coefficients de l'équation différentielle et de leurs dérivées. On transforme ainsi la fonction F en une autre de même nature qui ne contient plus que les dérivées de $y_1, y_2, \ldots, y_n$ jusqu'à l'ordre $n-1$ inclusivement; par suite, d'après le deuxième cas, cette fonction est une puissance de $e^{-\int a_1 dx}$ multipliée par un facteur qui ne peut être qu'une fonction algébrique entière des coefficients de l'équation différentielle et de leurs dérivées; ce qui démontre le théorème.

» II. Parmi les applications de ce théorème se trouve la formation de certains *invariants* ou *semi-invariants* des équations différentielles linéaires (voir deux Notes de M. Laguerre, *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 116, 224).

» Cherchons, par exemple, la condition nécessaire et suffisante pour qu'il y ait entre les éléments d'un système fondamental d'intégrales de l'équation (1) une relation algébrique entière de la forme

$$(2)\quad \varphi_{k_1}(y_1, y_2, \ldots, y_n) + \varphi_{k_2}(y_1, y_2, \ldots, y_n) + \ldots + \varphi_{k_m}(y_1, y_2, \ldots, y_n) = 0,$$

où les φ sont des fonctions homogènes de $y_1, y_2, \ldots, y_n$ d'un degré marqué par l'indice. La relation (2) ne change évidemment pas de forme si l'on passe du système fondamental $y_1, y_2, \ldots, y_n$ à un autre système fondamental quelconque; elle contient un nombre

$$N = \sum_{i=1}^{i=m} \frac{n(n+1)\ldots(n+k_i-1)}{1.2\ldots k_i}$$

de coefficients constants. Si l'on différentie $N-1$ fois l'équation (2) par rapport à x, on obtient un système de N équations homogènes et de premier degré par rapport aux N coefficients constants. Le résultat de l'élimination de ces constantes est un certain déterminant D égalé à zéro. Ce déterminant est une fonction de $y_1, y_2, \ldots, y_n$ et de leurs dérivées qui rentre dans les conditions du théorème I. On peut donc, d'après ce théorème, exprimer D en fonction des coefficients de l'équation différentielle et de leurs dérivées, et l'on a ainsi la condition cherchée $D = 0$.

» Cette fonction D est un semi-invariant par rapport au changement de variable indépendante; elle est un invariant complet si la relation (2) est homogène par rapport à $y_1, y_2, \ldots, y_n$.

» III. Le théorème qui fait l'objet de cette Note peut s'étendre aux équations différentielles linéaires simultanées aux dérivées partielles du genre de cellès que j'ai considérées précédemment (voir p. 296, 731 de ce Volume). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations différentielles linéaires du second ordre*. Note de M. **E. Picard**, présentée par M. Hermite.

« On doit à M. Klein une méthode très remarquable pour reconnaître si une équation différentielle linéaire donnée du second ordre, à coefficients rationnels, peut ou non être intégrée complètement au moyen des fonctions algébriques (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 1877, et *Math. Annalen*, t. IX). Les considérations si profondes dont s'est servi ce savant géomètre peuvent être employées pour l'étude d'une classe d'équations du second ordre à coefficients doublement périodiques : c'est ce que je me propose de montrer dans cette Note.

» Soit

$$\frac{d^2y}{dx^2} + p_1\frac{dy}{dx} + p_0 y = 0 \tag{1}$$

une équation linéaire à coefficients doublement périodiques. Je veux considérer la classe de ces équations pour laquelle toute intégrale y satisfait à une équation de la forme

$$y^m + A_1 y^{m-1} + \ldots + A_m = 0,$$

où les A sont des fonctions uniformes de x dans toute l'étendue du plan.

» Désignons par η le quotient de deux solutions particulières distinctes de l'équation (1). Il satisfait à l'équation du troisième ordre

$$\frac{\eta'''}{\eta'} - \frac{3}{2}\left(\frac{\eta''}{\eta'}\right)^2 = 2p_0 - \frac{1}{2}p_1^2 - \frac{dp_1}{dx}. \tag{2}$$

η satisfera à une équation de la même forme que y, et, réciproquement, si η satisfait à une équation algébrique à coefficients uniformes, il en sera de même de toute intégrale de l'équation donnée, pourvu toutefois que $e^{\int p_1 dx}$ jouisse de la même propriété. Nous nous trouvons donc amené à étudier la classe des équations pour lesquelles le quotient de deux solutions distinctes satisfait à une équation algébrique à coefficients uniformes.

» Nous pouvons appliquer ici la méthode dont s'est servi M. Klein (voir les Mémoires cités) pour trouver la forme de l'équation donnant η. Il résulte de cette étude que ces équations, abstraction faite des transformations linéaires que l'on peut faire subir à η, se réduisent à cinq, contenant chacune un paramètre arbitraire R. Par suite, les intégrales de l'équation différentielle en η doivent être données par une de ces équations, en remplaçant R par une fonction uniforme convenable de x, et nous avons à chercher maintenant quelle peut être la nature de cette fonction uniforme dans le cas où, comme je l'ai supposé, p_0 et p_1 sont doublement périodiques aux périodes $2K$ et $2iK'$.

» La première des équations aura la forme bien simple

$$\eta^n = R(x), \tag{3}$$

où n est un entier arbitraire. Quand on change x en $x + 2K$, les racines de l'équation ainsi obtenue devront être des fonctions linéaires (fractionnaires ou entières) des racines de la première; donc, α, β, γ et δ étant des constantes convenables, l'équation (3) et la suivante,

$$(\gamma\eta + \delta)^n = (\alpha\eta + \beta)^n R(x + 2K), \tag{4}$$

devront avoir une racine commune. Soit d'abord $n = 1$; la fonction $R(x)$ satisfera alors aux deux relations

$$R(x + 2K) = \frac{\gamma R(x) + \delta}{\alpha R(x) + \beta}, \quad R(x + 2iK') = \frac{\gamma' R(x) + \delta'}{\alpha' R(x) + \beta'},$$

les α, β, γ et δ étant des constantes. On montre facilement que l'on peut trouver quatre quantités A, B, C et D telles que, en posant $F(x) = \frac{CR(x) + D}{AR(x) + B}$, $F(x)$ satisfasse à l'un ou l'autre des systèmes de relations qui suivent,

$$(5)\quad \left\{\begin{array}{l} F(x + 2K) = \mu F(x), \quad \text{et} \quad F(x + 2iK') = \mu' F(x) + \lambda', \\ \text{où l'on a d'ailleurs, condition nécessaire, } \lambda(1 - \mu') = \lambda'(1 - \mu), \\ F(x + 2K) = -F(x), \quad F(x + 2iK') = \frac{\mu'}{F(x)}, \end{array}\right.$$

et l'on voit, par suite, que $F(x)$ et par conséquent $R(x)$ pourront s'exprimer à l'aide des transcendantes de la théorie des fonctions elliptiques.

» Passons au cas où n est différent de l'unité. Je montre que, en laissant de côté le cas, rentrant dans le précédent, où $R(x)$ est la puissance $n^{\text{ième}}$ d'une fonction uniforme, les équations (3) et (4) ne peuvent avoir de so-

lutions communes que si $\gamma\delta = 0$ et $\alpha\beta = 0$; on en conclut que $R(x)$ satisfera à l'un des systèmes de relations qui suivent :

$$(6)\quad \begin{cases} R(x+2K) = \mu R(x) & \text{et} \quad R(x+2iK') = \mu' R(x), \\ R(x+2K) = \pm R(x) & \text{et} \quad R(x+2iK') = \dfrac{R(x)}{\mu'}, \\ R(x+2K) = \dfrac{\mu}{R(x)} & \text{et} \quad R(x+2iK') = \pm R(x), \\ R(x+2K) = \dfrac{\mu}{R(x)} & \text{et} \quad R(x+2iK') = \pm \dfrac{\mu}{R(x)}. \end{cases}$$

» L'équation différentielle correspondant à l'équation (3) est

$$\frac{\eta'''}{\eta'} - \frac{3}{2}\left(\frac{\eta''}{\eta'}\right)^2 = \frac{R'''}{R'} - \frac{3}{2}\left(\frac{R''}{R'}\right)^2 + \frac{n^2-1}{2n^2}\left(\frac{R'}{R}\right)^2.$$

Pour qu'elle coïncide avec l'équation (2), il faudra que

$$(7)\quad \frac{R'''}{R'} - \frac{3}{2}\left(\frac{R''}{R'}\right)^2 + \frac{n^2-1}{2n^2}\left(\frac{R'}{R}\right)^2 = 2p_0 - \frac{1}{2}p_1^2 - \frac{dp_1}{dx}.$$

» On devra satisfaire à cette équation en prenant pour R une fonction satisfaisant à l'une ou l'autre des équations (5) si $n = 1$ et, dans les autres cas, à l'un des systèmes de relations (6). On reconnaît d'ailleurs immédiatement que, en prenant pour R une fonction quelconque satisfaisant à l'un de ces systèmes, le premier membre de (7) est une fonction doublement périodique ordinaire.

» On vérifie facilement sur l'équation (1) si le quotient de deux solutions est uniforme. Laissant donc de côté le cas de $n = 1$, on aura à reconnaître si l'on peut satisfaire à l'équation (7), pour une valeur convenable de n, par des fonctions R jouissant des propriétés indiquées : c'est là une question d'Algèbre qui n'est pas sans intérêt. Je dirai seulement ici qu'on peut déterminer *a priori* la valeur possible de n, si elle existe; cette première détermination effectuée, nous remarquerons qu'en posant $\frac{R'^2}{R^2} = v$ le premier membre de (7) devient une fonction rationnelle de v, v' et v'', et, comme ici v devra être une fonction doublement périodique de première espèce, on poura faire facilement la vérification dans l'équation transformée.

» La seconde équation de M. Klein peut s'écrire

$$\eta^{2n} + \eta^n[2 - 4R(x)] + 1 = 0.$$

» Je me bornerai à indiquer le résultat pour $n = 1$. On trouve que, en

supposant l'équation précédente irréductible, pour ne pas retomber dans le cas précédent, la fonction $\mathrm{R}(x)$ satisfait à deux équations de la forme

$$\mathrm{R}(x+2\mathrm{K})=\frac{(\alpha+\gamma)^2\mathrm{R}(x)}{(\alpha-\gamma)^2+4\alpha\gamma\mathrm{R}(x)} \quad \text{et} \quad \mathrm{R}(x+2i\mathrm{K}')=\frac{(\alpha'+\gamma')^2\mathrm{R}(x)}{(\alpha'-\gamma')^2+4\alpha'\gamma'\mathrm{R}(x)},$$

les α et γ étant des constantes.

» L'étude des trois autres formes de M. Klein dépasserait les limites de cette Communication; elle se fait d'après les mêmes principes, et, dans tous les cas, la fonction $\mathrm{R}(x)$ peut s'exprimer à l'aide des transcendantes de la théorie des fonctions elliptiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions elliptiques*. Note de M. **J. Farkas**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« I. Posons (¹) $[x]_1=\left(-\frac{x}{2}\right)_1$, $[x]'=\left(-\frac{x}{2}\right)'$; nous aurons

$$[x+2\theta]'=[x]_1,$$

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned}
[x+y]_1&=\frac{[x]_1[y]_1-[x]'[y]'}{1-[x]_1[y]_1[x]'[y]'}=\frac{[x]_1[x]'-[y]_1[y]'}{[y]_1[x]'-[x]_1[y]'},\\
[x+y]'&=\frac{[x]_1[y]_1[y]'+[x]'}{[x]_1[x]'[y]'+[y]_1}=\frac{[x]_1[y]_1[x]'+[y]'}{[y]_1[x]'[y]'+[x]_1},
\end{aligned}\right.$$

$$(2)\quad [-x]_1=\frac{1}{[x]_1},\quad [-x]'=-[x]',$$

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned}
[x]'&=\frac{[x]_1\pm\sqrt{\sin^2\alpha+[x]_1^2\cos^2\alpha}\sqrt{\cos^2\alpha+[x]_1^2\sin^2\alpha}}{(1-[x]_1^2)\sin\alpha\cos\alpha},\\
&=\frac{(1-[x]_1^2)\sin\alpha\cos\alpha}{-[x]_1\pm\sqrt{\sin^2\alpha+[x]_1^2\cos^2\alpha}\sqrt{\cos^2\alpha+[x]_1^2\sin^2\alpha}},
\end{aligned}\right.$$

$$(4)\quad x=\int_1^{[x]_1}\frac{d[x]_1}{\sqrt{\sin^2\alpha+[x]_1^2\cos^2\alpha}\sqrt{\cos^2\alpha+[x]_1^2\sin^2\alpha}}.$$

» En écrivant $[\sqrt{-1}\,x]_1=e^{\sqrt{-1}z}$ dans l'intégrale, nous obtenons

$$\sqrt{-1}\,x=\sqrt{-1}\int_0^z\frac{dz}{\sqrt{1-\sin^2 2\alpha\sin^2 z}},$$

(¹) *Sur une classe de deux fonctions doublement périodiques* (*Comptes rendus*, t. XC, p. 1269).

par conséquent, $z = \mathrm{am}\, x$ (mod $= k = \sin 2\alpha$); c'est-à-dire

$$(5)\qquad \begin{cases} \log\left[\sqrt{-1}\,x\right]_1 = \sqrt{-1}\,\mathrm{am}\,x, \\ \left[\sqrt{-1}\,x\right]_1 = \mathrm{cn}\,x + \sqrt{-1}\,\mathrm{sn}\,x, \end{cases}$$

et, en vertu de la relation (3), comme $[0]' = 0$,

$$(6)\qquad \left[\sqrt{-1}\,x\right]' = \sqrt{-1}\,\frac{1-\mathrm{dn}\,x}{k\,\mathrm{sn}\,x} = \sqrt{-1}\,\frac{k\,\mathrm{sn}\,x}{1+\mathrm{dn}\,x}.$$

» Des relations (5) et (6) nous tirons

$$\left[\sqrt{-1}\,x\right]_1 - \frac{1}{\left[\sqrt{-1}\,x\right]_1} = 2\sqrt{-1}\,\mathrm{sn}\,x, \quad \left[\sqrt{-1}\,x\right]' - \frac{1}{\left[\sqrt{-1}\,x\right]'} = 2\frac{\sqrt{-1}}{k\,\mathrm{sn}\,x};$$

d'où

$$(7)\qquad k(1-[x]_1^2)(1-[x]'^2) + 4[x]_1[x]' = 0,$$

$$(8)\qquad \begin{cases} [x]_1 = \dfrac{[x]' \pm \sqrt{\sin^2\alpha + [x]'^2\cos^2\alpha}\,\sqrt{\cos^2\alpha + [x]'^2\sin^2\alpha}}{(1-[x]'^2)\sin\alpha\cos\alpha} \\ \quad = \dfrac{(1-[x]'^2)\sin\alpha\cos\alpha}{-[x]' \pm \sqrt{\sin^2\alpha + [x]'^2\cos^2\alpha}\,\sqrt{\cos^2\alpha + [x]'^2\sin^2\alpha}}. \end{cases}$$

» Pour dérivées des deux fonctions, on trouvera aisément

$$(9)\qquad \begin{cases} \dfrac{d\log[x]_1}{dx} = \dfrac{1+[x]'^2}{1-[x]'^2} = \mathrm{dn}(\sqrt{-1}\,x), \\ \dfrac{d\log[x]'}{dx} = -\dfrac{1+[x]_1^2}{1-[x]_1^2} = \sqrt{-1}\,\dfrac{\mathrm{cn}(\sqrt{-1}\,x)}{\mathrm{sn}(\sqrt{-1}\,x)}. \end{cases}$$

» Désignons par 4ω le plus petit module des périodes réelles et par $2\omega'$ le plus petit module des périodes imaginaires de la fonction $\mathrm{sn}\,x$: les plus petits modules des périodes des fonctions $[x]_1$, $[x]'$ seront [(5), (6)], $4\omega'$ des périodes réelles, 4ω des périodes imaginaires, et nous aurons (*Généralisation du logarithme et de l'exponentielle*, n° 44),

$$(10)\qquad [x]_1 = \frac{\cos\dfrac{\pi}{4\omega'}x + \sin\dfrac{\pi}{4\omega'}x}{\cos\dfrac{\pi}{4\omega'}x - \sin\dfrac{\pi}{4\omega'}x} \prod_{n=1}^{n=\infty} \frac{\cos\dfrac{\sqrt{-1}\,\omega\pi}{\omega'}n + \sin\dfrac{\pi}{2\omega'}x}{\cos\dfrac{\sqrt{-1}\,\omega\pi}{\omega'}n - \sin\dfrac{\pi}{2\omega'}x};$$

d'où, comme $[x-\omega']_1 = [x]'$,

$$(11)\qquad [x]' = \mathrm{tang}\frac{\pi}{4\omega'}x \prod_{n=1}^{n=\infty} \mathrm{tang}\frac{\pi}{4\omega'}(x + 2\sqrt{-1}\,\omega n)\,\mathrm{tang}\frac{\pi}{4\omega'}(x - 2\sqrt{-1}\,\omega n).$$

» II. Ainsi, la classe des trois fonctions elliptiques $\operatorname{sn} x$, $\operatorname{cn} x$, $\operatorname{dn} x$ peut se réduire en une de deux fonctions. On a

$$\frac{\operatorname{sn}(x+y)}{\operatorname{dn}(x+y)} = \frac{\operatorname{sn} x \operatorname{cn} y \operatorname{dn} y + \operatorname{sn} y \operatorname{cn} x \operatorname{dn} x}{\operatorname{dn} x \operatorname{dn} y - k^2 \operatorname{sn} x \operatorname{sn} y \operatorname{cn} x \operatorname{cn} y},$$

et

$$\operatorname{cn}(x+y) = \frac{\operatorname{sn} x \operatorname{cn} x \operatorname{dn} y - \operatorname{sn} y \operatorname{cn} y \operatorname{dn} x}{\operatorname{sn} x \operatorname{cn} y \operatorname{dn} y - \operatorname{sn} y \operatorname{cn} x \operatorname{dn} x}.$$

» En posant $\frac{k \operatorname{sn} x}{\operatorname{dn} x} = \operatorname{bn} x$, on en déduit

$$(12)\quad \left\{ \begin{aligned} \operatorname{bn}(x+y) &= \frac{\operatorname{bn} x \operatorname{cn} y + \operatorname{bn} y \operatorname{cn} x}{1 - \operatorname{bn} x \operatorname{bn} y \operatorname{cn} x \operatorname{cn} y}, \\ \operatorname{cn}(x+y) &= \frac{\operatorname{bn} x \operatorname{cn} x - \operatorname{bn} y \operatorname{cn} y}{\operatorname{bn} x \operatorname{cn} y - \operatorname{bn} y \operatorname{cn} x}. \end{aligned} \right.$$

» D'ailleurs nous avons (5), (6),

$$(13)\quad \left\{ \begin{aligned} \operatorname{cn} x &= \frac{1}{2}\left([\sqrt{-1}\,x]_1 + \frac{1}{[\sqrt{-1}\,x]_1} \right), \\ \sqrt{-1} \operatorname{bn} x &= \frac{1}{\frac{1}{2}\left([\sqrt{-1}\,x]' + \frac{1}{[\sqrt{-1}\,x]'} \right)}. \end{aligned} \right.$$ »

PHYSIQUE. — *Sur quelques modifications apportées à la construction de la lampe Bunsen et des lampes monochromatiques.* Note de M. **A. Terquem.**

« La lampe Bunsen, si employée pour le chauffage dans les laboratoires, présente, avec de nombreux avantages, quelques inconvénients.

» 1° La flamme est creuse dans presque toute sa longueur; la température n'est pas uniforme (1300° environ vers le sommet du cône creux, d'après M. Rossetti).

» 2° On ne peut augmenter l'entrée de l'air que dans les limites que permet l'ouverture totale des évents placés à la base du tube.

» 3° Si l'air entre en grande quantité, la flamme se raccourcit, le cône creux se contracte et prend la teinte verte des carbures d'hydrogène brûlant avec un excès d'air; mais la flamme est très vacillante et l'inflammation se communique aisément au bec qui amène le gaz.

» 4° Si la pression du gaz est faible, le même accident se produit, et ne

peut être évité qu'en fermant partiellement les évents pour augmenter le tirage; mais, le plus souvent, le tube extérieur qui doit servir dans ce but est soudé au tube intérieur, par suite de l'oxydation des surfaces.

» Avec l'aide de M. Stütz, habile fabricant d'instruments de Physique de Lille, je suis arrivé à construire une lampe où ces inconvénients sont évités.

» 1° Le tube ne porte plus d'ouvertures latérales; l'air pénètre entre le pied de la lampe et le bas du tube qu'on soulève plus ou moins; 6^{mm} à 7^{mm} de distance suffisent pour l'introduction du maximum d'air nécessaire (1).

» 2° On peut donc obtenir facilement le raccourcissement du cône creux, et la combustion du gaz carboné à la base de la flamme. Pour éviter les oscillations de la flamme et l'inflammation du gaz au bec inférieur, j'ai fait placer au sommet du tube deux petites lames verticales perpendiculaires entre elles, qui divisent l'orifice de sortie en quatre parties. Le cône creux est ainsi remplacé par quatre petits cônes plus petits; au-dessus la flamme est pleine, à peine agitée, colorée en rose pâle; elle est bleuâtre vers les bords. Si la flamme est bien réglée, l'inflammation n'a plus lieu en bas; on peut, en soulevant plus ou moins le tube, faire brûler la lampe dans les mêmes conditions, avec des pressions variant depuis 10^{mm} jusqu'à 25^{mm}.

» J'ai commencé sur la flamme que donne cette lampe quelques essais, non encore terminés, destinés à éclaircir les phénomènes de combustion qui s'y produisent. La température est presque uniforme depuis la pointe supérieure jusqu'au sommet des cônes verts, et du centre à la circonférence; je l'ai constaté avec un fil fin de cuivre rouge, qui fond dans toutes les parties de la flamme, et avec un élément thermo-électrique fer-platine, protégé par une très mince enveloppe de verre, employé déjà dans le même but par M. Rossetti.

» Tous les sels dont le point de fusion est voisin de 1000° fondent facilement dans un creuset de platine chauffé avec cette flamme; tels sont le borax, le silicate de soude, le phosphate de soude. Le creuset est porté au rouge dans toute son étendue, jusqu'au couvercle, sans l'emploi d'aucune cheminée, quoique la lampe que j'ai employée soit trop petite relativement à la grandeur du creuset.

» Une seule analyse des gaz constituant cette flamme a été faite jusqu'à présent, surtout à titre d'essai, au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences. Les gaz étaient aspirés, vers le milieu de la flamme, à l'aide du

(1) L'idée de faire arriver l'air par-dessous avait été déjà donnée par M. Vogel il y a vingt ans; mais la lampe ainsi construite était peu commode.

bec d'un chalumeau, mais non refroidis instantanément. On a trouvé la composition suivante :

Acide carbonique	5,0	
Oxyde de carbone	9,5	
Oxygène	0,5	(peut-être accidentel)
Azote	85,0	(par différence)
	100,0	

» Le gaz aspiré et refroidi n'est plus ni combustible ni comburant; la flamme est, du reste, réductrice au centre et ondoyante sur les bords. Je me propose de continuer cette étude en me servant du procédé employé par M. Sainte-Claire Deville dans l'étude de la flamme fournie par le mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène.

» C'était surtout dans le but d'obtenir une lampe monochromatique plus intense que celles qu'on emploie, en particulier avec les saccharimètres, que je m'étais occupé de perfectionner la lampe de Bunsen. En plaçant dans la flamme de la lampe que j'ai fait construire une perle de chlorure de sodium, on obtient une flamme monochromatique très pure et très intense. Comparée, avec un photomètre Foucault, à la flamme de la lampe de M. Duboscq qui accompagne le saccharimètre à pénombre, cette flamme s'est montrée en moyenne quatre fois plus intense. Du reste, ce qui montre que la flamme est saturée de vapeurs de sodium, c'est que deux perles placées l'une derrière l'autre ne donnent pas plus d'intensité qu'une seule. Enfin, en prenant une très petite lampe du même modèle, j'ai pu l'alimenter avec de l'hydrogène. La flamme est assez éclatante pour éclairer toute une pièce et permettre de lire à plusieurs mètres de la lampe. Au photomètre, suivant la dépense en hydrogène, relativement à la même lampe Duboscq, l'intensité a varié de 10 à 20, quoique la flamme de l'hydrogène fût de beaucoup la plus petite. La lampe que j'ai employée est encore beaucoup trop grande pour les emplois habituels de la lumière monochromatique; une lampe consommant 50^{lit} à l'heure serait largement suffisante pour la saccharimétrie. Avec une plus forte lampe, on projette facilement la raie du sodium et le renversement de la raie D du spectre solaire.

» En se servant de l'appareil continu pour la production de l'hydrogène de MM. Deville et Debray, il sera donc facile de se procurer une lampe monochromatique dans les usines où il n'y a pas de gaz d'éclairage ; et même je conseillerai l'emploi de l'hydrogène pour la saccharimétrie et la

spectroscopie, quand on voudra avoir une grande intensité lumineuse. Cette même lampe à gaz, employée pour le chauffage du four Perrot et autres fourneaux analogues, donnerait évidemment une température plus élevée que celle que l'on obtient avec les lampes Bunsen ordinaires. »

PHYSIQUE. — *Sur l'écoulement des gaz.* Note de M. NEYRENEUF.

« Si l'on considère, dans une enceinte munie de deux ouvertures placées à des niveaux différents, un gaz maintenu à pression constante, l'écoulement ne se fera pas par les deux ouvertures avec la même vitesse. D'après la théorie de Bernoulli, $v = \sqrt{2g\frac{a}{d}}$ étant la vitesse pour l'orifice supérieur, $v' = \sqrt{2g\frac{a-h(1-d)}{d}}$ sera la vitesse pour l'orifice inférieur, en appelant h la différence des niveaux.

» Si nous supposons $a = h(1-d)$,

$$v' = 0 \quad \text{et} \quad v = \sqrt{2g\frac{h(1-d)}{d}}.$$

Si l'on a

$$a < h(1-d),$$

on voit que l'air rentrera par l'orifice inférieur. Il est difficile d'assigner, dans ce cas, à v la vraie valeur qu'elle doit prendre par suite de la complexité du phénomène; il est clair qu'elle doit être toujours de même sens.

» Ces conséquences de la formule de Bernoulli paraissent peu susceptibles de vérification, à cause de la petitesse du terme $h(1-d)$, quand on ne donne pas à h des valeurs considérables; on peut néanmoins les mettre en évidence d'une manière très nette par la disposition suivante.

» Un flacon à trois tubulures porte deux tubes droits, de longueurs inégales, et un tube recourbé, servant à l'introduction de gaz d'éclairage. On enflamme les deux jets et l'on tourne le robinet de conduite de manière à diminuer graduellement la vitesse de sortie. Pour une certaine position du robinet, la flamme inférieure est très petite, tandis que l'autre garde une hauteur de plusieurs centimètres. Si l'on continue à tourner le robinet, la flamme inférieure s'éteint ou rentre dans le tube suivant la section de ce dernier, puis l'air rentre, en même temps que la flamme supérieure grandit en diminuant d'éclat.

» L'effet que je signale est des plus sensibles, et il suffit, pour le produire d'une manière marquée, de substituer au système précédent un tube

en Y, servant à l'usage du chalumeau. Le gaz arrive par la branche unique, et les flammes sont produites aux autres extrémités. Lorsque la vitesse du gaz est assez petite, la flamme la plus basse s'éteint et la seconde pâlit en grandissant. Il y a là le principe d'un niveau, d'usage peut-être commode, dont j'étudie, en ce moment, la disposition la plus avantageuse.

» La flamme a certainement, dans les expériences précédentes, un rôle spécial; mais mes recherches ne sont pas assez avancées pour pouvoir l'assigner sûrement. Je me contenterai en ce moment d'indiquer une flamme sensible, obtenue par l'emploi d'un brûleur Bunsen, dont la virole est tournée de manière à empêcher l'arrivée de l'air. Il suffit de tourner lentement le robinet de la prise de gaz pour obtenir, à un moment donné, une flamme pâlie et allongée, dont la section à la base est plus petite que la section de l'orifice. En même temps que la flamme allongée, très sensible au moindre bruit, se produit une flamme rentrante qui échauffe le bec, comme s'il brûlait en dedans. Il n'est pas inutile de faire remarquer que cette expérience n'est qu'une modification de celles faites soit avec le tube en Y, soit avec le flacon à trois tubulures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éthérification de l'acide bromhydrique.* Note de M. A. VILLIERS, présentée par M. Berthelot.

« Je me suis proposé d'étudier l'éthérification des acides minéraux, tels que les hydracides et l'acide sulfurique. On sait que MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles, dans leurs recherches sur l'éthérification, s'étaient bornés aux acides organiques, réservant la question des acides minéraux. C'est pour compléter leur travail que ces recherches ont été entreprises. Je me suis attaché aux questions suivantes : vitesse et limite de l'éthérification à diverses températures et en présence de diverses proportions relatives d'acide, d'alcool et d'eau. J'ai contrôlé les expériences par les décompositions réciproques entre l'eau et les éthers.

1. Acide bromhydrique et alcool absolu

(*Température ordinaire*).

	Proportion d'acide éthérifié sur 100 p.	
	$\frac{1}{2}HBr + C^4H^6O^2$	$\frac{1}{10}HBr + C^4H^6O^2$
Après 1 jour	18,3	3,8
» 2 »	26,5	5,2
» 7 »	41,0	10,7
» 78 »	60,0	34,1
» 406 »	67,2	49,0
» 657 »	68,0	52,5

» Ce Tableau montre que l'acide bromhydrique s'éthérifie beaucoup plus vite que l'acide acétique ([1]). La première solution paraît avoir atteint sensiblement sa limite après quatre cents jours; au bout de ce temps, une très petite couche d'éther est séparée dans cette solution, ce qui doit altérer, mais dans de faibles proportions, la valeur de cette limite. La deuxième solution reste homogène.

Température de 44°.

» Voici les limites observées à 44°, température où l'éther ordinaire ne se produit pas encore dans les mélanges d'alcool et d'hydracides. A cette température, ainsi qu'à 100°, la réalité de ces limites a pu être vérifiée par la décomposition inverse de l'éther bromhydrique :

	Limites trouvées après 150 jours.	
	$\frac{1}{2}$HBr + $C^4H^6O^2$.	$\frac{1}{10}$HBr + $C^4H^6O^2$.
Dans l'éthérification directe..................	79,6	59,9
Dans la décomposition de l'éther bromhydrique..	»	60,0

» Dans la première solution, l'éther bromhydrique séparé forme les $\frac{2}{5}$ du volume total, ce qui empêche de faire aucune comparaison utile entre les limites respectives des deux solutions. La deuxième solution reste encore homogène.

» Les nombres obtenus à 44° ainsi qu'à la température ordinaire montrent que les limites de l'éthérification de l'acide bromhydrique à ces températures sont inférieures à celles des acides organiques, soit environ 83 pour un demi-équivalent et 93 pour $\frac{1}{10}$ d'équivalent d'acide en présence de $1^{éq}$ d'alcool.

» En second lieu, la comparaison des limites atteintes par la première liqueur à la température ordinaire et à 44° indique déjà que la limite d'éthérification n'est pas fixe et indépendante de la température, comme cela a lieu pour les acides organiques.

Température de 100°.

» A 100°, l'éther ordinaire apparaît et vient compliquer le système. Cette production entraîne la mise en liberté d'une quantité équivalente

([1]) Au bout de quatorze jours, la proportion éthérifiée dans un mélange à équivalents égaux d'alcool et d'acide acétique est seulement 11,0; elle est égale à 12,5 après vingt jours, etc. Une solution plus étendue et contenant un demi-équivalent d'acide acétique en présence de $1^{éq}$ d'alcool s'éthérifierait encore plus lentement et n'atteindrait sa limite qu'après plusieurs années.

d'acide et d'eau, en même temps que la disparition d'une quantité équivalente d'alcool. L'acide qui reste se trouve donc, d'une part en présence d'une quantité d'alcool moins considérable et d'une quantité d'eau plus grande, mais d'autre part aussi en présence de l'éther, sur lequel il exerce une action propre.

» La limite à 100° est encore plus grande que celle qui correspond à la température de 44°.

	Limites trouvées.	
	$\frac{1}{2}HBr + C^4H^6O^2$.	$\frac{1}{10}HBr + C^4H^6O^2$.
Dans l'éthérification directe	88,7 (1)	80,0 (2)
Dans la décomposition de l'éther bromhydrique..	»	79,2

» L'existence d'une limite à 100° témoigne de l'équilibre qui s'établit à cette température.

» On voit, en outre, combien l'élévation de température élève la valeur du coefficient limite.

2. Acide bromhydrique, eau et alcool.

	Coefficient d'éthérification après 657 jours à la température ordinaire.	Limites	
		à 44°.	à 100°.
$\frac{1}{2}HBr + C^4H^6O^2$	68,0	79,6	88,7
» + 2HO	32,7	57,8	72,4
» + 10HO	0	4,0	20,5
$\frac{1}{10}HBr + C^4H^6O^2$	52,5	59,9	80,1
» + 2HO	0	4,5	19,8
» + 10HO	0	0	0

» Ce Tableau montre que l'éthérification de l'acide bromhydrique cesse complètement à partir d'une certaine dilution, contrairement à ce qui a lieu pour les acides organiques, pour lesquels l'addition de l'eau abaisse progressivement la limite d'éthérification, sans que cependant celle-ci devienne jamais nulle. On voit, en outre, que des mélanges qui ne sont pas éthérifiés à la température ordinaire sont notablement éthérifiés à 44° et à 100°.

» 3. L'étude de l'éthérification de l'acide bromhydrique nous donne donc les résultats suivants :

(1) Ce nombre est très notablement altéré par l'hétérogénéité de la liqueur.

(2) Cette liqueur reste homogène.

» 1° *La limite de l'éthérification n'est pas égale à celle qui correspond aux acides organiques;*

» 2° *Cette limite n'est pas fixe, mais elle s'élève avec la température;*

» 3° *L'éthérification cesse complètement dans les mélanges qui contiennent une certaine proportion d'eau;*

» 4° *La limite de dilution à partir de laquelle l'éthérification cesse n'est pas fixe, et elle s'élève avec la température.*

» 4. Les deux derniers faits peuvent s'expliquer par l'existence des hydrates définis de l'acide bromhydrique et par la dissociation de ces hydrates sous l'action d'une élévation de température.

» Les deux premiers indiquent l'existence de combinaisons de l'acide bromhydrique avec l'alcool, alcoolates comparables aux hydrates définis et susceptibles d'une dissociation analogue.

» Je reviendrai prochainement sur ces deux points. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un hydrate d'iodure de méthyle.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« MM. Berthelot [1] et Duclaux ont obtenu des hydrates cristallisés de sulfure de carbone soit en faisant passer dans ce composé un rapide courant d'air, soit en l'abandonnant à l'évaporation spontanée. On peut répéter les mêmes expériences avec l'iodure de méthyle.

» Lorsque, après avoir versé quelques gouttes de cet éther dans un petit verre à pied, on y introduit une bande étroite de papier à filtrer, on voit, au bout de très peu de temps, les extrémités des filaments du papier se recouvrir de houppes cristallines, qui grandissent bientôt de manière à former une couche épaisse de plusieurs millimètres de petits cristaux ayant l'apparence du givre; ils sont incolores si l'éther dont on s'est servi ne contient pas d'iode libre. A partir du moment où le liquide a complètement disparu dans le verre, il se produit à l'extrémité de chaque cristal une très petite gouttelette d'eau, grossissant peu à peu à mesure que le cristal diminue, et qui finalement est absorbée par le papier.

» En recouvrant la boule d'un thermomètre d'un fragment de papier humecté d'éther méthyliodhydrique, l'instrument peut marquer $-16°$ et $-15°$ pendant la formation des cristaux, la température initiale étant de $+16°$

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVI, p. 490; 1856. Les hydrates des chlorure et bromure de méthyle y sont aussi brièvement signalés.

à + 18°. Si l'on place cet éther dans un flacon où l'on fait passer un courant d'air rapide, les parois intérieures du vase se tapissent de cristaux; il est inutile de charger artificiellement de vapeur d'eau l'air atmosphérique, qui en contient toujours assez.

» Dans plusieurs expériences où je faisais passer avec la même vitesse un même volume d'air bien desséché et d'air atmosphérique dans la même quantité d'iodure de méthyle, j'ai obtenu :

Première expérience.

	Air desséché.	Air non desséché.
Température initiale........	+ 16°	+ 16°
» finale.........	— 13°	— 10°

Seconde expérience.

	Air desséché.	Air non desséché.
Température initiale........	+ 18°	+ 18°
» finale.........	— 11°	— 9°

» En même temps, j'ai remarqué qu'avec l'air non desséché il se formait des cristaux; avec l'air desséché, il ne s'en produisait pas. Ces essais prouvent que la température s'abaisse moins avec l'air humide qu'avec l'air sec; il se dégage donc de la chaleur pendant la formation de l'hydrate. D'ailleurs les cristaux, fondant à —4°, ne peuvent pas être attribués à de la glace.

» Ces phénomènes, ainsi que leur analogie avec ceux que présente le sulfure de carbone, rendent très probable l'hypothèse de la production d'un hydrate défini; les analyses que j'ai faites viennent la confirmer.

» J'ai opéré sur l'hydrate formé sous l'action d'un courant d'air; j'y ai dosé l'iode à l'état d'iodure d'argent d'après la méthode de Carius. La combinaison d'eau et d'éther se fait dans un tube en verre fermé à l'émeri dont le bouchon est creux et étiré extérieurement en une pointe fixe; après la pesée, on l'introduit avec un excès d'acide azotique dans un tube épais que l'on ferme à la lampe : il suffit alors de quelques secousses pour briser l'extrémité effilée du petit tube et permettre l'oxydation complète de l'iodure de méthyle à 120°-130°.

» J'ai obtenu les nombres suivants en centièmes :

	I.	II.	III.	IV.	V.	Moyenne.	Calculé pour C^2H^3I, HO.
C^2H^3I...	94,53	93,56	94,18	92,82	93,82	93,78	94,04
HO.....	5,47	6,44	5,82	7,18	6,18	6,22	5,96

» Ces résultats s'accordent donc très sensiblement avec la formule C^2H^3I,HO.

» En opérant de la même manière, j'ai pu obtenir des hydrates analogues avec le chloroforme, le bromure d'éthyle, l'iodure d'éthyle : ces composés ont le même aspect que les hydrates de sulfure de carbone ou d'iodure de méthyle. J'ai l'intention, dans un travail plus étendu, de reprendre l'étude des hydrates cristallisés que forment à basse température les différents éthers chlorhydriques, bromhydriques ou iodhydriques et leurs dérivés ([1]). »

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction artificielle de l'analcime.* Note de M. A. DE SCHULTEN.

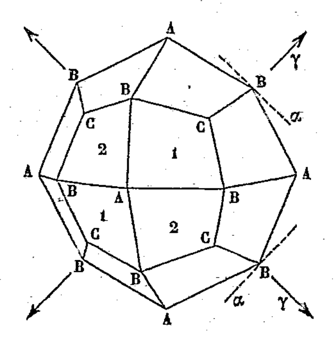
« Le procédé employé pour obtenir ce minéral consiste à chauffer en vase clos, à la température de 180° à 190°, une dissolution de silicate de soude ou de soude caustique en présence d'un verre alumineux. L'opération dure dix-huit heures. Au bout de ce temps, on trouve adhérents sur les parois du tube employé des petits cristaux d'environ un dixième de millimètre, plongés dans une couche lamelleuse de silice gélatineuse. A l'aide de l'action alternative de l'acide chlorhydrique et d'une solution chaude de soude caustique, on enlève cette silice et les autres impuretés qui souillent les cristaux et l'on recueille alors ceux-ci sous la forme d'une fine poudre blanche.

» En examinant ces cristaux au microscope, on voit qu'ils sont d'une limpidité parfaite; leurs facettes sont brillantes, leurs angles d'une grande netteté. Leur forme est celle du trapézoèdre du système cubique. Ils sont pour la plupart d'une régularité complète.

» Entre les nicols croisés on reconnaît qu'ils agissent sur la lumière polarisée. Généralement, dans les préparations microscopiques, ils se placent de telle sorte que le milieu de leur surface supérieure se montre occupé par un sommet tétragonal A; alors, si les sections principales des nicols sont dirigées suivant les arêtes AA, la figure en vue apparaît divisée en quatre secteurs éclairés, séparés par les branches d'une croix noire dirigée suivant les arêtes AA qui aboutissent en son milieu. En faisant tourner la préparation entre les nicols croisés, on observe que le cristal s'éteint dans deux

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Loir, à la Faculté des Sciences de Lyon.

directions à angle droit, lesquelles coïncident avec les diagonales AC des faces du sommet tétraèdre A. En outre, si l'on introduit sur la préparation une lame de quartz parallèle à l'axe et donnant la teinte sensible, de telle sorte que son axe coïncide, par exemple, avec la direction AC des faces 1, on voit les secteurs comprenant ces faces prendre une teinte bleu violacé



tandis que les secteurs comprenant les faces 2 se colorent en jaune. Des phénomènes de polarisation analogues ont été observés sur l'analcime naturelle et étudiés particulièrement par Brewster, Biot et M. Mallard. Il est intéressant de les retrouver sur des cristaux artificiels offrant la même forme cristalline et, comme nous le verrons ci-après, la composition de l'analcime naturelle.

» Les phénomènes optiques qui viennent d'être décrits s'expliquent très bien si l'on considère les cristaux en question comme formés par une macle avec pénétration de quatre cristaux élémentaires ayant leur base appliquée sur les faces de l'octaèdre (pointement C) et convergeant vers le centre du trapézoèdre formé par leur réunion. Les cristaux élémentaires en question sont à un axe optique; car, si on les observe entre les nicols croisés à la lumière convergente en employant un objectif à immersion et un concentrateur convenable, on peut leur faire présenter le phénomène connu de la croix et des anneaux. Il suffit pour cela d'amener au centre de la figure un sommet trièdre C; alors un des cristaux élémentaires est vu seul dans le sens de son axe optique et donne le phénomène en question, lequel n'est pas modifié par les autres cristaux élémentaires placés trop obliquement.

» Les teintes que prennent les secteurs du trapézoèdre avec la lame de quartz montrent, en outre, que ces cristaux élémentaires à un axe optique sont positifs.

» Leur mode de groupement tend à leur faire attribuer la symétrie ter-

naire, et la figure ci-jointe montre la direction des axes α de plus grande élasticité et γ de plus petite.

» L'acide chlorhydrique n'attaque que lentement les cristaux artificiels dont il s'agit; c'est un caractère que présente aussi l'analcime naturelle.

» Enfin l'analyse chimique conduit aux résultats suivants :

	Analcime	
	artificielle.	naturelle.
Silice	54,6	54,4
Alumine	21,8	23,3
Soude (par différence)	15,0	14,1
Chaux	traces	»
Eau	8,6	8,2
	100,0	100,0

» Les études microscopiques ci-dessus consignées ont été effectuées, avec l'aide des conseils bienveillants de M. Fouqué, dans le laboratoire de Géologie du Collège de France, et le travail chimique dans le laboratoire de Chimie de la Sorbonne. »

GÉOLOGIE. — *Présence et caractère spécial des marnes à huîtres de Carnetin (Seine-et-Marne).* Note de M. S. Meunier.

« La meulière de Brie est exploitée à Carnetin avec activité, et la carrière offre en ce moment, de haut en bas, la coupe suivante :

		m
6.	Terre végétale	0,40
5.	Limon quaternaire	0,20
4.	Argile sableuse remplie d'innombrables bithynies	0,50
3.	Calcaire très dur, plein de fossiles marins	0,25
2.	Marne argileuse verdâtre avec nids de sable et rognons de marnolite géodique	1,20
1.	Meulière de Brie visible sur	6,00

» La meulière présente, suivant les points, tous les passages minéralogiques depuis le calcaire pur jusqu'au silex pur; elle est pétrie de lymnées, de planorbes et d'autres coquilles d'eau douce. En certaines places, et tout en restant aussi riche en vestiges organiques, elle est constituée par du calcaire blanc, terreux et traçant à la manière de la craie.

» L'argile (couche n° 2) pourrait, au premier aspect, être confondue avec

les marnes vertes immédiatement supérieures au gypse. Elle contient, à divers niveaux, de très nombreux rognons tuberculeux de marnolite, dans les retraits desquels la calcite a cristallisé et dont les surfaces extérieures sont parfois enduites de dépôts manganésifères.

» Mais je désire surtout signaler en quelques lignes la couche qui surmonte cette argile. Cette couche, qui porte le n° 3 dans la coupe précédente, est constituée par un banc continu d'une roche calcaire assez dure pour fournir d'excellentes bordures de trottoirs. On y observe en abondance, à l'état de moules : *Ostræa longirostris, O. cyathula, Cytheræa incrassata, Cerithium plicatum*, etc., c'est-à-dire les espèces les plus caractéristiques des marnes marines qui forment la base des sables supérieurs.

» L'argile superposée, pleine de bithynies, rappelle celle qui gît à Montmartre dans une situation analogue, au-dessus d'une couche calcaire à grains lithographiques.

» Le fait que je signale aujourd'hui, et que je connais depuis plusieurs années, comme en témoignent des échantillons déposés dans la collection du Muséum, paraît avoir un double intérêt pour la géologie parisienne. D'abord il prouve la nécessité de modifier les indications fournies par la Carte géologique détaillée, qui n'indique sur le coteau situé à l'est de Carnetin que de la meulière de Brie, tandis que le terrain miocène y est très nettement représenté. En second lieu, la présence à la surface du coteau des marnes à bithynies, non remaniées malgré leur nature essentiellement délayable, paraît devoir contribuer à modifier les idées que professent encore quelques géologues à l'égard du mode d'érosion qui a donné naissance aux accidents topographiques du sol parisien. »

HYDROLOGIE. — *Prévisions relatives à la tenue des eaux courantes dans le bassin de la Seine, pendant l'été et l'automne de la présente année.* Note de M. G. Lemoine, présentée par M. Lalanne.

« Dans un bassin où dominent les terrains perméables, les pluies des mois chauds ne profitent presque point aux cours d'eau, à cause de la part considérable qu'enlève l'évaporation. Aussi, dans le bassin de la Seine, lorsqu'à la fin de mai les sources sont arrivées à de faibles débits, elles ne se relèvent plus jusqu'en octobre, époque habituelle de leur minimum. En partant de ces principes, nous avons, M. Belgrand et moi, prévu en 1870, 1874 et 1875, dès le mois de juin, les caractères hydrologiques de la saison

chaude qui commençait. Quelle est, à ce point de vue, la situation actuelle?

» I. La *quantité de pluie* de la dernière saison froide, examinée seule, indiquerait pour les eaux courantes une baisse sérieuse. C'est surtout la pluie des mois froids qui constitue la provision des nappes souterraines. Or, du 1er octobre 1879 au 30 avril 1880, la hauteur de pluie n'a été que les trois quarts de la moyenne. Comparons sous ce rapport, dans les régions d'où sortent les principales sources, les hivers les plus pauvres en pluie :

Pluie tombée du 1er novembre au 30 avril (en millimètres).

	Moyenne. 1859-75.	1857-58.	1867-68.	1869-70.	1873-74.	1879-80.	Rapport à la moyenne pour 1879-80.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
Pouilly (Côte-d'Or)	316	262	281	219	200	278	0,90
Montbard (Côte-d'Or)	322	233	316	216	193	241	0,75
Chanceaux (Côte-d'Or)	432	345	377	385	234	339	0,78
Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or)	325	»	291	246	193	265	0,82
Vassy (Haute-Marne)	402	»	315	301	251	292	0,73
Suippes (Marne)	279	»	250	194	174	179	0,64
Sens, Saint-Martin (Yonne)	237	127	211	178	108	175	0,74
Paris, la Villette	229	»	187	183	141	112?	0,49

» II. L'*état actuel des eaux courantes* n'indique point cependant encore partout la pénurie qu'amènerait ce déficit de pluie s'il agissait seul. Il est vrai que beaucoup de nos campagnes manquent déjà d'eau. Dans les environs de Noyers-sur-Serein (Yonne), à Châtel-Gérard, les mares étaient à sec le 1er juin et l'eau se vendait un franc la feuillette de 136lit. Dans les calcaires oolithiques du département de la Côte-d'Or, la Seine à Gomméville et l'Ource à Autricourt étaient, à la fin de mai, aussi basses qu'en mai 1874 : la Laignes supérieure, qui se perd dans son lit à des distances variables suivant la sécheresse, était déjà tarie à 300m en amont du village de Villaines-en-Duesmois, tandis qu'en octobre 1879 l'eau allait encore jusqu'à 1700m en aval. Enfin la Seine, à Paris (pont d'Austerlitz), est descendue le 1er juin au zéro de l'échelle ; à Mantes, le 3 juin, à la cote 0m,60 (l'étiage traditionnel de Mantes est à la cote 0m,86). Depuis 1854, on ne trouve que six années où de semblables abaissements aient eu lieu aussitôt.

» Mais, d'autre part, les sources issues des nappes puissantes de la craie sont encore en ce moment très bien alimentées. La petite rivière de la Somme (Marne), véritable type de celles de la Champagne sèche, n'avait encore, le 1er juin, tari qu'à 16m au delà de sa première source. Les ingé-

nieurs de la ville de Paris ont constaté, pour les eaux de la Vanne et de la Dhuis, les débits suivants (exprimés en litres par seconde) :

Ensemble des sources de la Vanne achetées par la ville de Paris.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1870.....	1015 lit	1112 lit	970 lit	927 lit	891 lit	859 lit	829 lit	784 lit	738 lit	717 lit	760 lit	»
.....												
1874.....	909	966	886	851	882	835	838	760	724	729	763	725
1875.....	1014	1206	1078	925	884	861	935	935	?	950	1225	1142
1876.....	1202	1135	1904	1836	1814	1567	1292	1167	1193	1078	1016	1045
.....												
1879.....	1896	2159	2225	2003	1911	1991	1860	1617	1633	1435	1405	1387
1880.....	1477	1411	1437	1352	1278	1308						

Source de Cérilly (l'une des sources de la vallée de la Vanne).

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1870.....	153	203	175	126	126	113	129	110	100	101	115	»
1871.....	»	»	»	»	188	184	193	168	107	93	87	83
.....												
1873.....	269	300	303	310	301	271	259	245	174	155	152	125
1874.....	133	133	126	115	114	97	105	90	76	72	72	75
1875.....	155	208	173	143	127	108	105	105	107	97	141	188
1876.....	178	159	256	293	300	277	213	169	156	132	127	129
.....												
1879.....	264	291	311	289	281	273	259	251	247	237	216	201
1880.....	226	225	240	222	209	193						

Sources de la Dhuis à leur arrivée à Paris (Ménilmontant).

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1874.....	244	226	233	222	221	214	201	169?	»	164	198	233
.....												
1879.....	360	311	343	332	303	288	255	»	»	246	»	»
1880.....	»	»	»	213	251	243						

» III. Les *circonstances antérieures* à l'année 1880 expliquent très bien ces différences. Lorsqu'une source est due à l'une de ces vastes nappes d'eau souterraines continues des terrains perméables si bien décrites par M. Belgrand, son débit ne dépend pas seulement de la quantité de pluie des derniers mois froids : c'est en quelque sorte une intégrale où entre, quoique à des degrés très divers, l'influence des pluies antérieures. Malgré un hiver très sec, ces sources profondes seront encore suffisamment alimentées si l'année précédente a été très humide, parce que la nappe souterraine, semblable à une éponge, a pris alors une provision d'eau qui met longtemps à s'épuiser. Tel a été précisément l'effet de l'extrême humidité de l'avant-dernier hiver

(1878-1879), sur lequel, M. Lalanne et moi, nous avons eu l'occasion d'appeler l'attention (*Comptes rendus*, 31 mars 1879). Les relevés ci-dessus montrent qu'en avril 1879 les débits des sources ont atteint ceux des printemps de 1876, 1873 et 1867, les plus forts des vingt dernières années. Depuis 1879, ils n'ont presque pas cessé de diminuer, tant l'apport des pluies d'hiver a été faible; ils n'en restent pas moins assez élevés, par suite de la provision antérieure. Cette situation de 1880 est analogue à celle de 1868; elle est inverse de celle de 1858, où des pluies d'hiver comparables à celles de 1867-68 et de 1879-80 ont été suivies d'une sécheresse exceptionnelle, à cause de la sécheresse antérieure de 1857.

» Ces effets se modifient naturellement pour les diverses sources d'après leur origine géologique et suivant qu'elles sont profondes ou de pure superficie. Lorsque la nappe souterraine est continue, haute et très étendue, l'influence de l'année précédente est beaucoup plus considérable; mais aussi la source, une fois diminuée, subit beaucoup plus lentement l'influence de nouvelles circonstances atmosphériques.

» IV. *Concluons* de ces rapprochements le caractère hydrologique probable de la saison chaude actuelle jusque vers le mois d'octobre 1880. Elle rappellera celle de 1868, soit pour les sources, soit pour les cours d'eau. La Seine entre Paris et Rouen, qui résume l'ensemble de la situation de son bassin, aura probablement, ainsi que ses grands affluents, un de ces abaissements sérieux et prolongés de débits qui ont eu lieu plusieurs fois depuis trente ans, notamment en 1863, 1868, 1871; ce sera une sécheresse ordinaire, mais non pas une sécheresse extraordinaire et absolument exceptionnelle, comme en 1858, 1870, 1874. Dès lors, les caractères hydrologiques de la saison chaude pourront être plus facilement modifiés par les événements météorologiques de l'année que s'il s'agissait d'un cas extrême. Aussi l'étude actuelle n'est-elle pas une prévision aussi accentuée que celles que nous avions émises, M. Belgrand et moi, en 1870, 1874 et 1875; son but est surtout de faire ressortir l'influence qu'a encore l'humidité de l'hiver de 1878-1879 pour amortir l'effet de la sécheresse de l'hiver de 1879-1880. »

M. **Daubrée** présente, de la part de M. *Boutan*, ingénieur des Mines, une Notice *Sur la constitution géologique de l'isthme de Panama au point de vue de l'exécution du canal interocéanique*.

En sa qualité de membre de la Commission technique chargée d'étudier les conditions définitives d'exécution du canal interocéanique, M. Boutan,

dans le voyage qu'il a entrepris au commencement de cette année, à la suite de notre illustre confrère M. Ferdinand de Lesseps, a examiné spécialement la nature des roches que traversera le canal, suivant le tracé adopté en 1879 par le Congrès tenu à Paris.

L'attention de l'auteur s'est portée particulièrement sur les caractères que présentent les roches à entailler, soit sous l'eau, soit hors de l'eau, au point de vue de leur dureté et de leur sensibilité plus ou moins grande aux agents atmosphériques.

Les roches situées sur le parcours du canal consistent principalement en trachydolérites, en brèches doléritiques compactes, en conglomérats doléritiques et trachytiques, les uns durs, d'autres demi-durs, d'autres tendres, enfin en argiles, vases, coraux, alluvions et terres végétales.

Deux profils en long, l'un du canal, l'autre du chemin de fer, résument clairement l'ensemble des faits observés.

Ces documents sont renvoyés à la Commission de l'Académie qui est chargée d'examiner les questions scientifiques relatives au percement de l'isthme de Panama.

M. **Chasles** présente, de la part de M. *Joseph Poggioli*, de Rome, un Volume des Œuvres de son père sous le titre *Lavori in opera di Scienze naturali, del già professore Michelangelo Poggioli.*

Cet Ouvrage renferme diverses pièces différentes :

1° Un Mémoire de Physiologie botanique resté inédit jusqu'à ce jour et intitulé *De phytophysiologia sive de plantarum functionibus ;*

2° Une Lettre sur les moyens d'améliorer le Jardin botanique de Rome, adressée au baron de Tournon, préfet de Rome sous le gouvernement de Napoléon Ier;

3° Un Mémoire sur le même sujet, lu par Michelangelo Poggioli à ses confrères de l'Académie *degli antichi Lincei ;*

4° Un fragment retrouvé d'un Traité perdu de Poggioli sur les *Tables de Cesi*, sous le titre *Illustrazione della prima Tavola filosofica del Cesi* (on sait que Federico Cesi, duc d'Aquasparta, fonda en 1603, à l'âge de dix-huit ans, la célèbre Académie *dei Lincei*);

5° Un Rapport dont Michelangelo Poggioli fut l'un des principaux auteurs sur les améliorations à apporter dans le régime des hôpitaux de Rome (*Parere intorno al miglioramento degli Ospedali*) ;

6° Une collection d'éloges et comptes rendus des travaux de Michelangelo Poggioli, extraits des principaux journaux scientifiques de l'Italie, et

de Lettres adressées à Joseph Poggioli, l'éditeur des Œuvres posthumes de son père, par de nombreux savants, parmi lesquels nous rencontrons les noms de MM. Charles Naudin et Guizot;

7° Enfin, le *Prospectus physiologicus sanitatis*, retrouvé dans les papiers de Michelangelo Poggioli, puis le Catalogue complet de ses Œuvres, publiées ou restées inédites.

M. **Bouquet** adresse à l'Académie un Mémoire intitulé « Nouvelle méthode pour obtenir toutes les racines d'une équation numérique quelconque ».

M. E. **Debrun** adresse une Note intitulée « Sur un appareil propre à liquéfier les gaz ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 juin 1880.

Ministère des Travaux publics. Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France. Le pays de Bray; par A. de Lapparent. Paris, A. Quantin, 1879; in-4°.

Ministère des Travaux publics. Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France. Minéralogie micrographique. Roches éruptives françaises; par F. Fouqué *et* A.-Michel Lévy. Paris, Quantin, 1879; 1 vol. in-4°, avec Atlas in-folio.

Descartes, l'un des créateurs de la Cosmologie et de la Géologie; par M. Daubrée. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4°. (Extrait du *Journal des Savants.*)

Le téléphone, le microphone et le phonographe; par le comte Th. du Moncel. Paris, Hachette et Cie; 1 vol. in-12.

La loi périodique de M. Mendéléjeff en ce qui concerne le problème de l'unité de la matière et la théorie de l'atomicité; par D. A. de Sousa. Porto, E. Chardron, 1880; br. in-8°.

Des aberrations du sens génésique; par le Dr MOREAU (de Tours). Paris, Asselin et Cie, 1880; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Godard.)

Une épidémie de fièvre scarlatine à Nevers, etc.; par le Dr CH. FICHOT. Nevers, impr. Vincent, 1880; br. in-8°.

Homotypie des membres. Conformation de l'humérus des Vertébrés; par M. LAVOCAT. Toulouse, impr. Douladoure, 1880; br. in-8°.

Notice nécrologique sur Pierre-Antoine Favre; par M. FÉLIX LE BLANC. Paris, J. Tremblay, 1880; in-4°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'encouragement.*)

Cinq Lettres de Sophie Germain à Charles-Frédéric Gauss, publiées par B. BONCOMPAGNI, *d'après les originaux possédés par la Société royale des Sciences de Göttingen*. Berlin, Institut photolithographique des frères Burchard, 1880; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Determinacion de la longitud del pendulo de segundos y de la gravedad en Mexico a 2283m sobre el nivel del mar, por los ing. FR. JIMENEZ *y* L. FERNANDEZ (1878-79). Mexico, impr. Fr. Diaz de Leon, 1879; in-8°.

Observatorio astronomico central. Carta celeste proyectada sobre el horizonte de Mexico en cuatra planisferios. Carte en quatre feuilles, avec Brochure explicative in-8°.

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario; anno XXXIII, sessione 1a del 21 dicembre 1879. Roma, 1880; in-4°.

Mines and mineral Statistics. Annual Report of the department of mines, New South Wales, for the year 1877. Sydney, T. Richards, 1878; in-4°.

Journal and proceedings of the royal Society of New South Wales, 1878; vol. XII. Sydney, T. Richards, 1879; in-8°.

Report of the Council of education upon the condition of the public Schools and of the certified denominational Schools for the year 1878. Sydney, T. Richards, 1879; in-8° relié.

Memoirs of the geological survey of India. Palæontologia indica; série II : *The fossil flora of the upper Gondwanas;* série XIII : *Salt-range fossils; by* W. WAAGEN. Calcutta, 1879; 2 livr. in-4°.

Memoirs of the geological survey of India; vol. XVI, Part I. Calcutta, 1879; in-8°.

Records of the geological survey of India; vol. XII, Part II, III. Calcutta, 1879; 2 livr. in-8°.

Annals of the astronomical Observatory of Harvard College; vol. XI, Part I, II. Cambridge, John Wilson and Son, 1879; 2 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 JUIN 1880.

Crania ethnica. Les crânes des races humaines, décrits et figurés par MM. A. DE QUATREFAGES *et* E.-T. HAMY. 9e livr., feuilles 45 à 50, planches LXXXI à XC. Paris, J.-B. Baillière, 1878-1879; in-4°.

Une lacune dans la série tératologique, remplie par la découverte du genre iléadelphe. — Nouvelles recherches tendant à établir que le prétendu Crustacé décrit par Latreille sous le nom de Prosopistoma *est un véritable insecte de la tribu des Éphémérines. — Sur le placenta de l'Aï* (Bradypus tridactylus *Linné*). *— Exposé sommaire de la doctrine de Charles Darwin. — Études sur l'embryogénie des Éphémères, notamment chez la* Palingenia virgo. *— Contributions à l'histoire naturelle et à l'anatomie des Éphémérines; par* M. N. JOLY, Correspondant de l'Institut. Toulouse, Montpellier et Paris, 1876 à 1880; 6 br. in-8°.

Les organes des sens dans la série animale; par J. CHATIN. Paris, J.-B. Baillière, 1880; in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

A bas l'éther! par J. BOURDIN. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-12.

L'Afrique explorée et civilisée. Journal mensuel, 1re année, 1879-1880. Genève, Sandoz, 1879; in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, de Sciences et d'Arts séant à Douai; 2e série, t. XIV, 1876-1878. Douai, L. Crépin, 1879; in-8°.

Notice explicative servant de complément à la Carte géologique des environs de Lennick-Saint-Quentin; par M. G. VELGE. Bruxelles, F. Hayez, 1880; br. in-8°, avec Carte en une feuille.

Manuel pratique de thérapeutique, de matière médicale, de pharmacologie et de l'art de formuler; par le Dr M. CAMBOULIVES. Paris, F. Savy, 1880; in-12.

Tableaux des essais de combustibles minéraux faits au bureau d'essai de l'École des Mines; par M. AD. CARNOT. Paris, Dunod, 1879; in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; collection in-8°, t. V (sixième et dernier fascicule). Bruxelles, H. Manceaux, 1880; br. in-8°.

L'aire de la selle turcique; par le Dr J. SAPOLINI. Bruxelles, impr. H. Manceaux, 1880; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; mai 1880. Paris, Dunod, 1880; in-8°.

Du rhumatisme. Nouvelle théorie fondée sur la Physiologie, l'Anatomie pathologique et l'observation; par le Dr VOVARD. Paris, G. Doin, 1879; in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Report on standard time to the american metrological Society; by CLEVELAND ABBE. (*Proceedings of the american metrological Society,* may 1879); br. in-8°.

Papers on time-reckoning and the selection of a prime meridian to be common to all nations. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Contribucion al estudio de la fonografia; por R. ROIG Y TORRES. Barcelona, redaccion y administracion de la *Cronica cientifica,* 1880; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 14 juin 1880.)

Page 1417, ligne 6 en remontant, *au lieu de* $\Gamma(1-s-\lambda)\,\Gamma(1-s+\lambda)$, *lisez*

$$\frac{\Gamma(1.2s)(-1)^{\lambda}}{\Gamma(1-s-\lambda)\,\Gamma(1-s+\lambda)}.$$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 JUIN 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. *Lissajous*, Correspondant pour la Section de Physique.

M. le **Secrétaire perpétuel** rappelle les titres considérables auxquels M. Lissajous avait dû le choix que l'Académie en avait fait, pour une place de Correspondant, et qui assurent à sa mémoire tous les regrets des amis de la Science précise et élevée. Le nom de M. Lissajous reste pour toujours lié à la création d'une méthode pour l'étude optique des mouvements vibratoires. Les solutions élégantes qu'il avait données par ce moyen nouveau aux plus délicates questions de l'Acoustique en ont bientôt généralisé l'emploi et avaient rendu son nom populaire.

M. Lissajous s'était retiré depuis quelque temps à Plombières, où il a succombé jeune encore, en laissant parmi nous un durable souvenir.

CHALEUR RAYONNANTE. — *Recherches sur la détermination des longueurs d'onde des rayons calorifiques à basse température.* Note de MM. **P. Desains** et **P. Curie.**

« Dans une série de recherches récentes, M. Mouton a fait connaître une méthode par laquelle on peut déterminer avec beaucoup de précision les longueurs d'onde des rayons calorifiques obscurs, et il a étudié les relations qui existent entre ces longueurs d'onde et les indices de la réfraction que les rayons qu'elles caractérisent éprouvent à travers différentes substances, le flint, le crown et le sel gemme.

» La méthode suivie par M. Mouton suppose que les rayons sont transmis à travers des polariseurs et des analyseurs, et jusqu'ici les seuls polariseurs ou analyseurs qui aient paru propres à ses expériences ne sont en aucune façon perméables à la chaleur venant de sources qui n'ont pas une très haute température.

» Dans ce cas spécial nous avons cherché à résoudre le problème par un emploi convenable des réseaux de Fraunhöfer, et nous demandons à l'Académie la permission de lui soumettre nos résultats.

» Le réseau que nous avons le plus souvent employé était une nappe de fils métalliques de $\frac{1}{8}$ de millimètre de diamètre. Ils étaient tendus parallèlement entre eux sur un cadre résistant et à des distances sensiblement égales aussi à $\frac{1}{8}$ de millimètre, de telle sorte que l'élément optique du réseau avait une longueur égale à $\frac{1}{4}$ de millimètre, ou plutôt, d'après l'observation directe, à $0^{mm},252$. Étudié optiquement, ce réseau a laissé peu de chose à désirer, et, en l'employant à déterminer la longueur d'onde de la lumière du sodium, nous avons obtenu les résultats ordinaires.

» Pour opérer avec ce réseau, nous le placions à $0^{m},50$ environ d'une fente par laquelle passait un rayon de chaleur obscure, sensiblement homogène, dont la direction était perpendiculaire à celle du réseau. Immédiatement contre celui-ci et du côté de la fente était une lentille de sel gemme d'environ $0^{m},25$ de foyer. L'image calorifique de la fente se faisait de l'autre côté de la lentille, à une distance voisine de $0^{m},50$, et dont la valeur rigoureuse était calculée d'après la connaissance des indices des rayons employés.

» En ce point et perpendiculairement au rayon central, on plaçait une règle divisée, le long de laquelle pouvait se mouvoir une pile thermo-élec-

trique dont les déplacements pouvaient se mesurer à $\frac{1}{10}$ de millimètre près (¹).

» La fente de la pile et la fente d'admission avaient le plus souvent une largeur de $0^{mm},5$ ou de 1^{mm}; quelquefois nous avons porté cette largeur à 2^{mm}. Ces variations n'ont jamais eu d'influence que sur l'intensité absolue des maxima observés et nullement sur leur position.

» La méthode que nous exposons suppose nécessairement l'emploi de rayons calorifiques homogènes, et, pour que les résultats aient une utilité scientifique, il faut préciser la position occupée dans le spectre par chacun des rayons employés.

» On satisfait de la manière suivante à cette double condition.

» On commence par faire un spectre en prenant pour source une lampe de MM. Bourbouze et Wiesnegg, à dôme de platine incandescent, et un appareil réfringent tout en sel gemme, dans lequel le prisme ait un angle bien connu, 60° par exemple. Puis, comme s'il s'agissait d'étudier la distribution de la chaleur dans le spectre, on dispose, à l'endroit où ce spectre est bien net, une pile dont le mouvement peut être exactement mesuré.

» Alors on détache la pile de la plaque porte-fente contre laquelle elle est d'ordinaire fixée; mais cette plaque reste en place, attenante au pied à mouvement, et par suite la fente peut être amenée successivement en toutes les régions du spectre et dans toutes ses positions : sa distance aux rayons de la flamme sodique peut être exactement mesurée. Il est dès lors toujours possible d'isoler à travers cette fente un faisceau de rayons homogènes et de réfrangibilité connue. Il est entendu que, les choses ainsi disposées, on fixe le pied de la règle porte-fente et l'on ne déplace plus que la fente elle-même. Dans la pratique, avant de séparer la pile de la fente, il est bon de déterminer la position exacte du maximum et la valeur des intensités en quelques autres points.

(¹) Quand la pile était placée de façon à recevoir le rayon central lui-même, l'effet thermoscopique produit était maximum et, en général, considérable. Il diminuait rapidement dès qu'on écartait la pile de cette position dans un sens ou dans l'autre. Bientôt l'intensité de l'action atteignait un minimum qui souvent n'avait d'autre valeur que zéro; puis, en continuant le mouvement toujours dans le même sens, on atteignait un nouveau maximum, dont la valeur atteignait environ le cinquième de l'intensité du rayon central. La pile était alors en coïncidence avec le premier spectre. En continuant à l'éloigner de l'image centrale, nous avons plus d'une fois trouvé un second minimum et un second spectre. Dans tous les cas, le phénomène s'est toujours montré symétrique par rapport au rayon central.

» Dans le spectre produit comme nous l'avons indiqué plus haut, les rayons distants du jaune d'un angle égal à 1° 55′ n'étaient plus transmissibles à travers une lame de verre de $0^m,01$ d'épaisseur, et pourtant, sans prendre de fente de largeur supérieure à $0^m,001$, nous avons pu aisément faire des déterminations de longueurs d'onde sur des rayons dont la distance aux rayons jaunes atteignait 2° 43′ et nous avons trouvé cette longueur égale à $0^{mm},0056$. Pour les rayons situés à 3°16′ de ceux de la raie D, la faiblesse de l'intensité nous a forcés à porter les largeurs des fentes à $0^m,002$; mais les minima n'en ont pas été moins nettement accusés.

» Il nous a paru convenable de faire quelques essais pour fixer les relations qui existent entre les rayons d'une longueur d'onde aussi considérable et ceux qui sont émis par les sources franchement obscures, par exemple une lame de cuivre noircie et chauffée à 300° ou même à 150°. Dans ce but nous avons fait les expériences suivantes :

» Un spectre étant formé avec un appareil réfringent tout en sel et la lampe Bourbouze comme source, nous l'avons étudié au point de vue de la distribution calorifique.

» Au rouge extrême l'action galvanométrique était 400, au maximum 5800, etc. Ces déterminations faites, au platine incandescent nous avons substitué une lame de cuivre chauffée à 300°. En observant alors les indications de notre thermoscope, nous avons constaté qu'elles étaient nulles tant que la distance de la pile à la position qu'elle occupait quand elle recevait les rayons d'une flamme sodique n'atteignait pas 1°; à partir de ce moment, lorsqu'on avançait vers la région de moindre réfrangibilité, les effets thermiques marchaient rapidement vers un maximum pour décroître plus lentement ensuite. La position de la pile au moment de l'action maximum a été prise par nous comme définissant ce que l'on pourrait appeler l'indice moyen, ou plutôt l'indice des rayons de plus grande efficacité de la lame.

» En rétablissant alors le spectre primitif, c'est-à-dire en remettant le platine incandescent à la place de la lame de cuivre, on déterminait la longueur d'onde des rayons correspondant à cet indice moyen, et on la prenait pour longueur d'onde moyenne des rayons émis par la source obscure.

» Nous avons cherché à contrôler l'exactitude des résultats que nous venons de faire connaître et nous y sommes arrivés en employant comme réseaux des échantillons de toiles métalliques du commerce. Ces toiles sont plus ou moins serrées, mais en général elles sont bien régulières et,

dans la lumière homogène, elles donnent avec beaucoup de netteté et d'éclat les phénomènes des franges successives. En employant des toiles de numéros différents, nous sommes toujours arrivés aux mêmes longueurs d'onde pour des rayons de même indice.

» Enfin, dans les régions voisines du maximum, nous avons constaté que les résultats de nos observations s'accordent d'une manière satisfaisante avec ceux que l'étude de cette même région avait fournis à M. Mouton.

» Le Tableau suivant résume l'ensemble de nos recherches.

» Dans la première colonne sont simplement transcrites les divisions de la règle le long de laquelle se mouvait la pile; dans la deuxième, la distance angulaire qui séparait les rayons étudiés de ceux de la flamme sodique; dans les troisième, quatrième et cinquième, les intensités qui correspondaient à ces rayons quand on employait comme source la lampe à platine incandescent, la plaque à 300°, la plaque à 150°; dans la sixième, les longueurs d'onde. Les nombres inscrits aux troisième, quatrième et cinquième colonnes ont été obtenus avec des appareils de sensibilités différentes soigneusement comparés. Ils sont rapportés à une même unité.

Divisions de la règle.	Distance angulaire aux rayons du sodium.	Intensités			Longueurs d'onde.
		Lampe à platine incandescent.	Cuivre noir à 300°.	Cuivre à 150°.	
	° ′ ″				
0.......	0	171	»	»	0,000588
4.......	13,20	256	»	»	»
9.......	30,00	399	»	»	»
14.......	46,40	1026	4	»	0,00096
19......	1. 3,20	2494	7	»	0,00113
24.......	1.20,00	4474	18	»	0,00143
29.......	1.36,40	5785	33	2	0,00186
34.......	1.53,20	4674	53	5	0,00213
39.......	2.10,00	2123	60	9	0,00400
44.......	2.26,40	1026	53	8	0,00460
49.......	2.43,20	557	45	7,3	0,00560
54.......	3.00,00	307	36	6,5	0,00600
59.......	3.16,40	225	26	6	0,00700
64.......	3.33,20	170	»	»	»
69.......	3.50,00	150	23	»	»
74.......	4.06,40	144	19	4	»
79.......	4.23,20	110	19	»	»
84.......	4.40,40	50	19	3	»

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de vaporisation de l'acide sulfurique anhydre;* par M. **Berthelot**.

« Ayant eu besoin de connaître cette quantité, dans le cours de mes recherches sur la combustion du soufre, je l'ai déterminée par l'artifice suivant, que j'avais déjà mis en œuvre pour l'étude de l'acide azotique anhydre, mais qui m'a présenté cette fois des difficultés spéciales.

» J'ai condensé dans un flacon de 4^{lit} quelques centaines de grammes d'acide sulfurique anhydre, très beau et très pur; j'ai fermé le flacon avec un bouchon à l'émeri, muni de tubulures, closes aussi à l'émeri. Au bout d'un certain nombre d'heures, l'atmosphère du flacon étant saturée par la vapeur de l'acide anhydre (dont il peut renfermer un quart de son volume environ vers 18°), j'ai déplacé cette atmosphère à l'aide d'un courant lent d'air absolument sec, en dirigeant les gaz à travers un calorimètre clos, renfermant 600^{gr} d'eau distillée (*Essai de Mécanique chimique,* t. I, p. 221). J'ai évité tout emploi de joints en caoutchouc, par un tour de main déjà employé pour l'ozone (*idem,* p. 223).

» Chaque litre de gaz ainsi entraîné peut renfermer jusqu'à $0^{gr},5$ d'acide sulfurique. Connaissant la chaleur dégagée et le poids de l'acide sulfurique condensé dans l'eau, il est facile de calculer la chaleur dégagée par la dissolution d'un équivalent de gaz sulfurique.

» Mais, si la chaleur dégagée est facile à mesurer, il n'en est pas de même du poids de l'acide : une portion considérable de ce dernier, un cinquième par exemple, est entraînée hors du calorimètre sous forme de fumées épaisses, et il devient nécessaire de déterminer les poids d'acide et d'eau contenus dans ces fumées. La chose n'est pas aisée : ni l'eau ni les alcalis, même concentrés ou divisés sur du verre pilé, n'arrêtent immédiatement ces fumées. Après bien des essais infructueux, j'ai pris le parti de les recueillir, en faisant arriver les gaz dans un grand flacon vide, renfermant une couche d'eau : elles s'y rassemblent en nuées épaisses, sans qu'aucune fraction appréciable en sorte pendant l'expérience. Il suffit ensuite d'abandonner le flacon à lui-même pendant une heure, pour que la fumée se condense tout à fait et que l'acide entraîné par elle puisse être dosé.

» Cependant cela ne suffit pas pour le calcul calorimétrique, parce que les fumées renferment une proportion d'eau inconnue, peu importante à la vérité par le poids même emprunté au calorimètre; mais elle l'est au

contraire beaucoup comme définissant le véritable état d'hydratation de l'acide entraîné. J'ai déterminé cette quantité, en remplissant avec la fumée un léger ballon de 400^{cc} environ, le pesant (ce qui a fourni des excès supérieurs à $0^{gr},110$), puis en y déterminant le poids de l'acide sulfurique qu'il renferme. L'excès du poids du ballon plein de fumée, sur les poids réunis du ballon et de l'acide anhydre, donne le poids de l'eau combinée avec cet acide. Ce dernier poids varie d'ailleurs un peu; mais il a été trouvé, dans les divers essais, compris entre $18^{éq}$ et $25^{éq}$ d'eau pour chaque équivalent d'acide ($SO^3 = 40$). Une telle proportion montre que la fumée ne renferme plus d'acide anhydre, mais seulement un hydrate liquide, et elle prouve que l'acide des fumées a abandonné dans le calorimètre presque toute son énergie d'hydratation.

» La dose d'eau liquide ainsi entraînée dans les fumées est vingt fois aussi grande que celle qui aurait pu demeurer sous forme de vapeur invisible dans le volume d'air employé : ce qui prouve que la vapeur d'acide anhydre, en arrivant dans l'eau du calorimètre, a vaporisé subitement et pulvérisé une portion de celle-ci, de façon à la transformer en un brouillard incoercible. Ces circonstances méritent, je crois, d'attirer l'attention des météorologistes qui étudient la formation des brouillards.

» Quoi qu'il en soit de ce point spécial, le calcul de la chaleur dégagée par la dissolution du gaz sulfurique dans une grande quantité d'eau est devenu praticable.

» J'ai obtenu dans trois essais

SO^3gaz + HO + eau = SO^3, HO étendu... +24,4; +24,5; +24,9;

Moyenne : +24,6.

» La chaleur dégagée par SO^3 solide étant, d'après mes mesures antérieures, +18,7, j'en conclus que la vaporisation de l'acide sulfurique anhydre cristallisé ($SO^3 = 40^{gr}$), vers 18°, absorbe −5,9; soit pour S^2O^6 : −11,8, chiffre fort voisin de la chaleur absorbée par la vaporisation du même volume d'eau H^2O^2 solide à 0° (−12,3). »

THERMOCHIMIE. — *Sur quelques relations générales entre la masse chimique des éléments et la chaleur de formation de leurs combinaisons;* par **M. Berthelot**.

« Quelles relations existent entre les *masses chimiques élémentaires*, désignées sous le nom de *poids équivalents* ou *poids atomiques*, et les quantités

de chaleur dégagées, c'est-à-dire les travaux moléculaires accomplis dans la combinaison chimique? C'est là un des sujets les plus dignes d'exciter la curiosité. En effet, si nous pouvions établir quelque relation générale de cette nature, de l'ordre de celle qui caractérise les attractions à distance entre les astres, la Mécanique chimique ferait un pas tout à fait décisif, et il deviendrait possible de la réduire en science mathématique, ainsi qu'on a réussi à le faire pour l'Astronomie. Un tel état de choses est encore loin de nous, et la loi qui exprimerait les travaux accomplis par le rapprochement de deux molécules chimiques hétérogènes, en fonction de leur masse, de leur température et de leur distance, n'est ni connue ni même soupçonnée. Peut-être sa découverte implique-t-elle celle de cette autre fonction, plus générale, qui comprendrait tous les corps simples dans une équation commune, réduisant leurs états divers aux formes multiples et prévues d'une matière unique en principe, mais différenciée par le mode de groupement de ses parties et par la nature des mouvements dont elles sont animées (1).

» L'étude approfondie des propriétés physiques et chimiques des masses élémentaires, qui constituent nos corps simples actuels, tend chaque jour davantage à les assimiler, non à des atomes indivisibles, homogènes et susceptibles d'éprouver seulement des mouvements d'ensemble, — il est difficile d'imaginer un mot et une notion plus contraires à l'observation, — mais à des édifices fort complexes, doués d'une architecture spécifique et animés de mouvements intestins très variés.

» L'observation seule pourra nous révéler la structure de semblables systèmes. A ce point de vue, je demande la permission de résumer ici quelques rapprochements que j'ai eu occasion de faire, tant dans mes Mémoires que dans mes Cours du Collège de France : je les présente d'ailleurs, non comme des lois proprement dites, mais à titre de généralités, propres à manifester certaines influences qui concourent à déterminer la grandeur de la chaleur dégagée, c'est-à-dire la grandeur des travaux accomplis dans l'acte de la combinaison chimique.

» Ces généralités concernent : les composés formés en proportions multiples ; les composés de même fonction ; enfin la masse relative des éléments qui entrent en combinaison.

» I. *Proportions multiples*. — Il y a cinquante ans, on recherchait si un même poids d'oxygène ne dégage pas la même quantité de chaleur en se

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 455.

combinant à divers corps combustibles : d'où résulterait, comme cas particulier, la proportionnalité entre la chaleur dégagée et le nombre d'équivalents d'oxygène fixés sur une même substance. Mais la première hypothèse ne tarda pas à être démentie par l'expérience : la chaleur dégagée par un même poids d'oxygène uni aux différents éléments varie de $+55^{Cal}$ à -11^{Cal}, dans la série des métalloïdes; de $+66^{Cal}$ à $+3^{Cal},5$ dans la série des métaux, en affectant une multitude de valeurs intermédiaires.

» Si nous examinons maintenant les combinaisons formées en proportions multiples, nous trouvons que la chaleur dégagée par les combinaisons successives de deux éléments (ou de deux corps déjà composés eux-mêmes) va d'ordinaire en diminuant, à mesure que l'un des éléments s'accumule. Il en est ainsi, même quand tous les corps composants et composés affectent le même état, tel que l'état gazeux :

S gaz $+ O^2 = SO^2$, dégage.........	$+17,9 \times 2$
$SO^2 + O = SO^3$ gaz.............	$+11,3$
$AzO^2 + O = AzO^3$ gaz............	$+10,5$
$AzO^3 + O = AzO^4$ gaz............	$+8,5$
$AzO^4 + O = AzO^5$ gaz............	$+2,0$;

ou l'état solide :

Hg^2 solide + Br solide...........	$+35,0$
Hg^2Br + Br solide...............	$+17,6$
Hg^2 sol. + I....................	$+23,8$
$Hg^2I + I$......................	$+11,2$
Sn + Br solide..................	$+34,4$
Sn Br + Br solide...............	$+16,1$

» Il est inutile de multiplier ces exemples : ils montrent que le principal travail a été accompli, d'ordinaire, dans le premier acte qui a rapproché les molécules hétérogènes ([1]).

» Il en résulte que les systèmes formés sont d'autant moins stables en général, qu'ils sont plus complexes : ils tendent à régénérer d'abord les composés les plus simples.

» A la limite, les derniers composés sont formés avec des dégagements

([1]) On ne parle pas ici des combinaisons endothermiques, telles que le protoxyde et le bioxyde d'azote, le cyanogène, l'acétylène, etc., véritables radicaux formés en vertu de mécanismes exceptionnels, et que j'ai étudiés ailleurs.

de chaleur extrêmement petits, en tant que ceux-ci résultent d'une cause purement chimique.

» Mais, lorsque les composants n'ont pas le même état physique, on doit obtenir en plus la chaleur due au changement d'état physique (liquéfaction d'un gaz, solidification d'un liquide), laquelle est proportionnelle au nombre d'équivalents fixés; elle est aussi la même pour un même composant, quel que soit le corps antagoniste. J'ai vérifié cette double conséquence de la théorie dans divers cas, tels que celui des amalgames définis [1] : la chaleur de formation des amalgames cristallisés les plus riches en mercure, estimée à partir des plus pauvres, est sensiblement égale à la chaleur de fusion du mercure; en outre elle est identique, ou peu s'en faut, pour le potassium et pour le sodium.

» De même le triiodure de potassium, KI^3, est formé depuis l'iode gazeux, I^2, et l'iodure ordinaire solide, KI, avec un dégagement de chaleur égal à la chaleur de vaporisation de l'iode (10,8).

» Avec le tribromure, KBr^3, et avec les polysulfures alcalins (Sabatier), les mêmes relations se vérifient approximativement.

» De même la chaleur de formation des hydrates salins les plus complexes, comptée depuis les hydrates les plus simples, est faible et très voisine de la chaleur de solidification de l'eau; c'est-à-dire qu'elle est proportionnelle au poids de ce composant et à peu près la même pour les divers sels, quels qu'en soient d'ailleurs les éléments.

» On voit à quelles conditions la chaleur dégagée devient proportionnelle à l'un des éléments et indépendante du corps antagoniste.

» II. *Fonctions chimiques.* — J'ai établi par de nombreuses expériences que les composés organiques de même fonction dégagent à peu près la même quantité de chaleur, lorsqu'ils éprouvent une même transformation. Ainsi, la fixation de H^2 sur les carbures éthyléniques dégage $+ 22^{Cal}$; la fixation de O^2 sur un aldéhyde, avec formation d'acide, + 73; la fixation de H^2O^2 sur un carbure, avec formation d'alcool, + 17; l'union d'un hydracide gazeux avec un carbure éthylénique, + 15; la fixation des éléments de l'eau sur un éther composé, + 2,0 environ; sur un amide, + 1,0; sur un chlorure acide, de + 2 à + 5; la formation d'un dérivé nitré, + 36, etc. Les corps isomères de même fonction ne dégagent que des quantités de chaleur très petites par leur transformation réciproque; mais il y a au

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVIII, p. 455.

contraire un grand dégagement de chaleur quand la fonction chimique change.

» Les mêmes relations se retrouvent parfois, en Chimie minérale, dans la formation des surcomposés. Ainsi les bases alcalines, en formant des sels dissous avec les acides énergiques, dégagent en général de $+13^{Cal}$ à $+16^{Cal}$; les protoxydes des métaux oxydables proprement dits, fer, nickel, cobalt, cadmium, zinc, de $+10$ à $+13$.

» Les divers états du soufre solide se changent les uns dans les autres avec des dégagements de chaleur faibles ou nuls, etc.

» L'étroite analogie qui existe entre les équivalents, comme entre la plupart des propriétés du nickel et du cobalt, se retrouve dans la presque identité des chaleurs de formation de leurs composés binaires. Le fer demeure aussi voisin du nickel et du cobalt, sous le double rapport de l'équivalent et de la chaleur de combinaison. Le calcium ($Ca = 20$) et le strontium ($Sr = 43,8$) donnent lieu à de pareils rapprochements thermiques. Il en est de même du thallium ($Tl = 204$), comparé au plomb ($Pb = 103,5$); du platine ($Pt = 99$), comparé au palladium ($Pd = 53$). De même le chlore et le brome gazeux, unis soit à l'iode, soit à l'oxygène à équivalents égaux. De même les chlorures, les bromures, les iodures phosphoreux et arsénieux, comparés deux à deux.

» Ce genre de rapprochement est trop marqué dans plusieurs des cas précédents pour être accidentel. Cependant, chose étrange, il fait place avec le plus grand nombre des éléments à une relation bien différente. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les régulateurs à ailettes, construits par M. Breguet.* Note de M. **Yvon Villarceau.**

« Les dernières Communications que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, sur les nouveaux régulateurs, remontent au mois de juillet (14 et 21) 1873. L'une d'elles avait pour objet l'appareil que la Commission du passage de Vénus a fait construire, par M. Breguet, pour la station d'Iokohama. On y a rendu compte du degré de précision, au point de vue de l'isochronisme : pour des charges motrices comprises entre $8^{kg},6$ et $32^{kg},4$, l'isochronisme était réalisé à $\frac{1}{1000}$ près; en ramenant les limites des charges à $17^{kg},4$ et $32^{kg},4$, l'erreur d'isochronisme s'abaissait à $\frac{1}{3000}$.

» Depuis cette époque, un premier perfectionnement a été apporté à l'appareil : le manchon a été muni de galets et les erreurs d'isochronisme ont été réduites de plus de moitié (*Bulletin de la Société d'encouragement*, 1875-76). Jusque-là, on n'avait pu produire que des résultats isolés, et l'on n'était pas fondé à affirmer que le degré de précision obtenu se maintiendrait dans une fabrication courante.

» Nous sommes heureux de pouvoir être aujourd'hui plus affirmatif sur ce point et d'avoir à signaler un progrès considérable dans le degré de précision réalisé. Ce progrès est dû à un simple perfectionnement dans la construction du régulateur et à des améliorations dans l'établissement du cylindre enregistreur des vitesses de rotation.

» Ne prévoyant pas, à l'origine, le degré de précision qu'il serait possible d'atteindre, on n'avait pas adapté de galets au manchon; le succès de l'emploi ultérieur de ces organes a fait espérer qu'en adaptant des contre-pivots aux axes des articulations, on augmenterait encore la précision. Ce perfectionnement est le seul que nos régulateurs aient reçu depuis 1875 : l'expérience en a pleinement démontré l'efficacité, dès que l'appareil enregistreur a pu recevoir, de son côté, des perfectionnements qui ont permis d'effectuer plus exactement l'opération du *réglage*.

» Ainsi que nous l'avons exposé, la théorie du nouveau régulateur est rigoureuse, et l'opération du réglage a pour objet de parer aux effets des inexactitudes inévitables dans la construction et la détermination des densités des métaux et alliages employés. Les données du calcul relatif au réglage sont les vitesses de rotation, fournies par le cylindre enregistreur et les écarts angulaires correspondants des tiges oscillantes, par rapport à l'axe central du régulateur; l'exactitude des résultats du calcul est ainsi subordonnée à l'exactitude des indications du cylindre enregistreur.

» Tout récemment, M. Breguet a été chargé, par l'Observatoire de Lisbonne, de la construction de trois appareils pour la détermination des équations personnelles, lesquels comprennent, chacun, un régulateur à *deux* ailettes et un cylindre enregistreur. En cette circonstance, M. Breguet a pu donner tous ses soins au fonctionnement exact de ces appareils.

» Les résultats ayant paru de nature à intéresser l'Académie, nous nous empressons de les mettre sous les yeux de nos confrères.

» Le Tableau suivant présente les écarts de la durée d'un tour du cy-

lindre enregistreur, par rapport à la durée moyenne (60^s environ), et correspondants à des charges motrices variables de 10^{kg} à 45^{kg}.

Angle des tiges avec la verticale.	Poids moteur.	Régulateur à *deux* ailettes (V^e type). n° 17.	n° 18.	n° 19.
°	kg	s	s	s
40	10	+ 0,0065	— 0,0009	— 0,0019
35	13	— 0,0045	— 0,0048	— 0,0018
30	19	+ 0,0005	+ 0,0044	+ 0,0002
25	25	+ 0,0025	— 0,0049	— 0,0003
20	31	— 0,0057	+ 0,0013	+ 0,0033
15	38-39	— 0,0016	+ 0,0031	+ 0,0001
10	45	+ 0,0024	+ 0,0017	+ 0,0004
Moyennes.........		± 0,0039	± 0,0034	± 0,0015
Erreurs moy.	d'isochronisme.....	$\frac{1}{15400}$	$\frac{1}{17600}$	$\frac{1}{40000}$
	de la vitesse.......	1:37700	1:43000	1:98000

» Chacun des nombres de ce Tableau a été fourni par la moyenne de deux observations de la durée de cinq tours du cylindre.

» Voici donc trois résultats d'une fabrication courante, pour lesquels les erreurs moyennes d'isochronisme sont respectivement de : un *quinze-millième*, un *dix-huit millième* et un *quarante-millième*. Ils accusent, comme nous l'avons dit, un progrès considérable.

» Est-il possible d'aller plus loin ? Nous le pensons. Toutefois, cela exige que l'on tienne compte de l'influence de la température [1] et de la pression atmosphérique (cette dernière n'aurait d'influence qu'au point de vue de la masse d'air restant adhérente à l'appareil et de la perte de poids des masses dont il se compose).

» D'un autre côté, l'expérience a montré, comme on l'avait prévu, qu'avec les régulateurs à *trois* ailettes les effets des irrégularités de construction sont mieux compensés qu'avec ceux à *deux* ailettes. Enfin, le jeu qu'il est nécessaire de laisser aux pivots, dans les articulations,

---

[1] D'après la théorie, les régulateurs (V^e type) subiraient des effets de température exprimés par la formule

$$\frac{\delta T}{T} = 0,00001078\,\delta\theta,$$

obtenue en faisant usage des coefficients de dilatation de M. Fizeau. En d'autres termes, la durée de la rotation de ces appareils croîtrait d'environ un *cent-millième* par degré de température.

permet de légères variations dans leurs distances à l'axe central, et, lorsque, accidentellement, les pivots se *maintiennent* dans une position un tant soit peu excentrique, la vitesse de rotation du régulateur subit une variation qui persiste avec l'excentricité des pivots.

» Nous sommes parvenu à diminuer cette variation, en adaptant, à la roue qui conduit le pignon du régulateur et qui fait un tour par seconde, une masse excentrique qui détermine de très légères oscillations périodiques des ailettes, et ramène constamment les huiles sur les pivots. On réduira les anomalies provenant de l'irrégularité de la situation moyenne des pivots, en augmentant le nombre des ailettes et, aussi, en augmentant les distances des points d'articulation des tiges à l'axe central de rotation.

» Tel est l'état actuel de la question des régulateurs à ailettes : nous nous proposons, M. Breguet et moi, de poursuivre l'étude de ces appareils et nous espérons trouver, dans l'installation de l'établissement international du mètre, des facilités qu'en France on ne saurait trouver ailleurs, pour élucider les questions relatives aux variations de température. L'extrême obligeance de son éminent directeur, M. Broch, nous sera d'un grand secours. Nous comptons également sur l'habileté dont M. Roger a donné les preuves, pour la bonne exécution des appareils et leur installation.

» Il serait sans doute désirable de pouvoir indiquer, dès à présent, les applications plus ou moins importantes auxquelles se prêteront nos régulateurs : nous attendrons, pour signaler ces applications, que les travaux de recherche, dont nous venons d'esquisser le plan, aient été exécutés. »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle espèce du genre Dasyure, provenant de la Nouvelle-Guinée;* par M. **Alph. Milne Edwards.**

« Les collections qui ont été faites, dans ces dernières années, à la Nouvelle-Guinée indiquent des ressemblances que l'on ne soupçonnait pas entre la faune de cette grande île et celle de l'Australie. Beaucoup de Mammifères que l'on croyait spéciaux à la Nouvelle-Hollande ont été trouvés sur la terre des Papous, et, parmi les plus remarquables, je citerai les Échidnés représentés par deux formes bien distinctes, les Phalangers proprement dits, les Phalangers nains et les Phalangers volants ou Belidés, les Couscous, les Kangourous, les Péramèles et les Phascogales. Mais jusqu'à présent aucun des types carnassiers australiens n'avait été signalé à la

Nouvelle-Guinée. Cette lacune vient d'être comblée par la découverte, faite aux monts Arfak, d'un représentant du genre Dasyure. Plusieurs espèces de ce petit groupe étaient déjà connues en Australie; les unes atteignent la taille d'un chat, le *Dasyurus macrourus*, par exemple; les autres sont moins grandes : ce sont les *Dasyurus Geoffroyi, viverrinus* et *hallucatus*. Toutes sont facilement reconnaissables aux mouchetures blanches de leur pelage.

» La nouvelle espèce, que je désigne sous le nom de *Dasyurus fuscus*, est plus petite que les Dasyures déjà décrits par les zoologistes; sa taille ne dépasse pas celle d'un gros rat. Son pelage est d'un brun très foncé, surtout sur les parties supérieures; il devient plus clair sur les flancs et les côtés de la tête. La gorge, la poitrine et le ventre sont jaunâtres. De petites taches blanches, arrondies et espacées, se remarquent sur le dessus du corps, sur les flancs, sur les épaules et sur les cuisses; elles sont peu distinctes sur la tête, et elles manquent sur les membres et sur la queue. Ces taches sont plus petites que chez aucun autre Dasyure. Les oreilles sont courtes, larges et à peine poilues. La queue est longue, cylindrique et brune; elle n'est pas touffue comme celle des *Dasyurus viverrinus* et *Geoffroyi*. Les pattes antérieures portent cinq doigts armés d'ongles aigus; le premier doigt est le plus petit de tous, les deuxième et troisième sont à peu près égaux, et le cinquième est plus court que le quatrième. Le pied postérieur est pourvu d'un pouce très court et sans ongle, semblable à celui du *Dasyurus hallucatus;* les quatre autres doigts sont longs, bien détachés les uns des autres, à peu près égaux et terminés par des ongles aigus.

» Le corps, depuis le museau jusqu'à la base de la queue, mesure $0^m,23$; la queue mesure $0^m,19$.

» Le *Dasyurus fuscus* a été trouvé sur les monts Arfak, à l'entrée de la baie de Gelwinck, sur la côte nord de la Nouvelle-Guinée, par les chasseurs de M. Bruijn, de Ternate, et le Muséum d'Histoire naturelle en a fait l'acquisition. Il est intéressant de constater que l'espèce d'Australie dont il se rapproche le plus, le *Dasyurus hallucatus*, dont les pattes de derrière sont aussi pourvues de cinq doigts, ne se rencontre que vers l'extrémité septentrionale de ce continent.

» En Australie, les Dasyures varient beaucoup de couleur : les uns sont noirs, les autres fauves, les autres grisâtres, et pendant longtemps on a cru à tort que ces différences caractérisaient autant d'espèces. Il est probable que, quand on connaîtra mieux le *Dasyurus fuscus* de la Nouvelle-Guinée, on constatera des différences du même ordre dans les teintes de son pelage. »

ANTHROPOLOGIE. — *Craniologie des races nègres africaines; races dolichocéphales*, par MM. **A. de Quatrefages** et **L. Hamy**.

« Les races nègres africaines, à tête fortement allongée d'avant en arrière, ou dolichocéphales, constituent le groupe des Nègres proprement dits et que l'on pourrait qualifier de *classiques*. C'est à elles, en effet, que s'appliquent exclusivement les descriptions données par les fondateurs de l'ethnologie africaine; ce sont elles qui ont été le plus sérieusement étudiées jusqu'à ces dernières années par un grand nombre de voyageurs et d'anthropologistes, dont nous ne saurions citer les noms dans ce court résumé. Les Nègres dolichocéphales occupent une étendue de beaucoup la plus considérable dans l'aire géographique dévolue à la race entière sur le continent africain. Considérés dans leur ensemble, ils présentent une assez grande homogénéité quant aux caractères les plus essentiels; mais, les différences d'habitat et le mélange d'éléments étrangers ont fait varier dans des limites parfois assez étendues les caractères secondaires, tant extérieurs qu'anatomiques. Par suite, on a pu déjà reconnaître dans cet ensemble un certain nombre de groupes distincts, groupes qui se multiplieront sans doute et se caractériseront de plus en plus à mesure que les matériaux d'étude deviendront plus abondants. Il nous est permis d'espérer qu'à ce point de vue le travail que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie sera de quelque utilité. Nous avons eu soin d'écarter toutes les têtes osseuses de provenance inconnue faisant partie des collections que nous avons pu consulter. Nous avons tenu compte seulement de celles dont l'origine était bien certaine. Celles-ci sont au nombre de 296. On comprend que nous ne pouvons qu'indiquer ici sommairement les résultats généraux de cette longue étude. Nous ne saurions même mentionner toutes les populations dont il est question dans le texte, et nous ne parlerons guère que de celles dont les deux sexes sont représentés dans nos Tableaux de mensuration.

» Nous avons placé en tête de ces races nègres le groupe soudanien, qui, au moins à certains égards, présente la réalisation la plus complète du type général: Ce groupe occupe tout l'espace compris entre le Sahara au nord, la Sénégambie à l'ouest, la Guinée au sud, la vallée supérieure du Nil à l'est. On peut le partager en Soudaniens occidentaux et orientaux.

» Les premiers ont été étudiés d'abord par Bory de Saint-Vincent; la tête osseuse, représentée sous ses trois faces dans notre Atlas, est celle que cet

ethnologiste regardait comme typique de son *espèce éthiopienne*. Vu de profil, le crâne montre une courbe antéro-postérieure d'abord élevée au front, s'infléchissant progressivement à partir de la bosse frontale et se continuant d'une manière régulière, en présentant quelques ondulations légères, jusque vers la crête occipitale externe. Là, elle se recourbe en dessous, en s'aplatissant davantage, mais en restant ondulée.

» A la face, les arcs sourciliers sont médiocrement accusés; les os propres du nez décrivent une courbe fortement concave et se relèvent en avant; l'épine nasale est bien saillante. Le prognathisme maxillaire et dentaire est très accusé aux deux mâchoires. De là il résulte que les dents se joignent en formant un angle très marqué et que le menton, assez pointu, est comme refoulé en arrière et en bas.

» La capacité cranienne moyenne des Soudaniens occidentaux est de 1300^{cc} seulement. Elle est inférieure à celle de toutes les autres races nègres du même type, à en juger par l'examen des matériaux dont nous avons pu disposer. Leur indice céphalique moyen descend à 69,78. Aucune autre race nègre africaine ne présente une dolichocéphalie aussi prononcée, sauf peut-être le groupe des Sérères-Ouolofs (69,79).

» Nous voyons l'hypsisténocéphalie des Papous reparaître chez les Nègres africains, c'est-à-dire que chez eux le diamètre vertical du crâne est plus considérable que le diamètre transverse maximum. Chez les Soudaniens occidentaux, l'indice vertical s'élève à 104,72.

» Parmi les Nègres continentaux, les Krous sont les seuls qui les dépassent à cet égard (indice vertical, 109,02). Les Betsimsarakas de Madagascar sont dans le même cas (indice vertical, 106,01).

» L'indice facial, qui mesure l'élongation de la face dans le sens vertical, s'élève, chez les Soudaniens occidentaux à 71,09. Il est quelque peu inférieur à celui des Sérères-Ouolofs (72,51), des Béchuanas (72,09) et surtout à celui du seul Féloupe que nous ayons mesuré (76,86), mais il est supérieur à celui de tous les autres groupes.

» L'indice nasal, qui exprime le rapport entre la largeur et la longueur du nez, est, chez les Nègres dont il s'agit, de 54,00. Il descend donc bien près de la limite assignée par M. Broca à ses Platyrrhiniens (53,00). Ce caractère présente du reste chez les Noirs africains plus de variations que les précédents. Si chez la plupart d'entre eux l'indice s'élève au-dessus du chiffre de nos Soudaniens, il descend au-dessous dans un certain nombre de groupes. Chez les Krous, il n'est même que de 51,92, nombre qui ferait passer ces Nègres parmi les populations mésorrhiniennes. Le crâne féminin atténue

quelques-uns des caractères précédents. La dolichocéphalie est bien moins accusée (indice horizontal, 73,68); l'hypsisténocéphalie diminue (indice vertical, 101,58); la face est moins allongée (indice facial, 66,94). Mais en revanche le nez s'élargit (indice nasal, 64,28) et la capacité cranienne descend à 1270^{cc}.

» Les Soudaniens orientaux rentrent entièrement dans le type précédent; seulement quelques-uns des traits les plus caractéristiques s'atténuent. Ainsi la dolichocéphalie est moins accentuée, par suite à la fois du raccourcissement et de l'élargissement du crâne; le prognathisme est un peu moins accusé.

» On peut rattacher aux Soudaniens orientaux les Nègres qui habitent les rives du haut Nil et des grands lacs d'où sort ce fleuve. Une tête de jeune Négresse donnée au Muséum par M. Raffray et celle du squelette décrit par M. Ecker permettent même de suivre ce type jusque dans l'Ounyamouezi. Mais quelques crânes isolés, provenant de tribus inconnues de l'intérieur, présentent des modifications réelles. Par exemple, sur deux têtes recueillies à Bagamoyo par M. le Dr Pichon, l'indice horizontal s'élève à 74,72 et l'hypsisténocéphalie disparaît. Évidemment, ces régions, où les Européens commencent à peine à pénétrer, gardent aux anthropologistes bien des nouvelles études à faire, bien des problèmes à résoudre.

» Revenons maintenant à l'ouest.

» Là nous trouvons d'abord le groupe des Nègres mandingues, tel que le général Faidherbe l'a circonscrit dans son beau travail sur les populations noires des bassins du Sénégal et du haut Niger. Il s'étend du Soudan occidental jusqu'à Sierra-Leone. Ces populations, en contact avec les représentants de deux types précédemment décrits, les Haoussas et les Soudaniens, tiennent évidemment de l'un et de l'autre. Leur indice céphalique est précisément intermédiaire entre celui des deux extrêmes (73,77); par les proportions générales de la face, elles touchent aux Haoussas, tandis qu'elles ont le nez et les orbites des Soudaniens.

» Le général Faidherbe a réuni en un seul groupe les Ouolofs et les Sérères, qui habitent non loin des Mandingues. Nos études craniologiques confirment pleinement ce rapprochement. Tous les voyageurs s'accordent pour placer les Ouolofs parmi les représentants les plus élevés de leur race. L'étude des crânes justifie encore cette appréciation. Ici la capacité moyenne s'élève à 1495^{cc} chez les hommes; chez un tiers d'entre eux, elle varie de 1625^{cc} à 1630^{cc}. Cet agrandissement résulte d'ailleurs du développement proportionnel de toutes les parties; si bien que les rapports entre les mesures

linéaires ne sont modifiés que très légèrement. En particulier, l'indice céphalique horizontal a seulement 0,01 en plus et l'indice vertical 2,49 en moins que ceux des Soudaniens.

» La femme ouolove, tout en restant supérieure aux autres Négresses, s'en rapproche encore davantage par ses caractères craniologiques.

» Nous ne saurions parler ici de toutes les populations dont les crânes, malheureusement souvent trop peu nombreux, ont été examinés par nous. Plusieurs d'entre elles accusent des mélanges ethniques. L'Afrique n'est pas, en effet, cette terre immobile qu'on se figure d'ordinaire. Ce continent a eu comme les autres ses grands mouvements de peuples et de races. En particulier, un courant, tantôt lent, tantôt plus ou moins rapide, qui paraît dater de plusieurs siècles, entraîne les populations nègres de l'intérieur, placées au nord-est du golfe de Guinée et les amène vers la côte. Trois peuples, que distinguent assez bien leurs caractères craniologiques, méritent une mention spéciale parmi ces conquérants : ce sont les Aschantis, les Dahomans et les Fans ou Pahouins.

» Les premiers ont une physionomie qui diffère assez de celle des vrais Nègres pour que plusieurs voyageurs en aient fait un petit groupe à part. Selon Williamson, qui a pu en étudier soixante et une têtes osseuses, cette population présente une grande homogénéité de caractères. Le crâne est modérément développé, ovale et bien fait; les os de la face ont des proportions agréables; le front est fréquemment perpendiculaire. Mais les os du nez sont oblongs et sur un même plan, l'orifice nasal trapézoïde et le prognathisme très accusé aux dents aussi bien qu'à la mâchoire. Cinq crânes de femme, ayant fait partie de cette collection et placés aujourd'hui dans nos galeries, répondent bien à cette description. L'ossature en est fine, et tous les traits en sont fort adoucis. Elles ont évidemment appartenu à des sujets de fort petite taille. La capacité moyenne est seulement de 1145^{cc}. C'est le chiffre moyen le plus bas que nous ayons encore rencontré. Une Mincopie et une Tasmanienne nous ont seules fourni des nombres inférieurs. Mais, si ces Aschanties se rapprochent des Négrilles par la petitesse de taille que suppose la réduction de leur squelette céphalique, elles s'en éloignent par la forme générale de la tête, car celle-ci reste dolichocéphale et hypsisténocéphale (indice horizontal, 73,35; indice vertical, 101,61). Le seul crâne masculin d'Aschanti que nous ayons mesuré cube 1330^{cc}. Il est par conséquent inférieur sous ce rapport à celui des Ouolofs, des Mandingues, etc.

» Chez les Dahomans, la capacité cranienne est au contraire supérieure à celle des mêmes populations et s'élève à 1505^{cc}. Ce sont, du reste, de vrais

Nègres bien dolichocéphales et légèrement hypsisténocéphales (indice horizontal, 71, 27; indice vertical, 101, 53).

» Nulle part mieux qu'au Gabon l'on ne peut apprécier la nature et l'importance du mouvement qui pousse les populations de l'est à l'ouest. Ici les Gabonais ont subjugué et absorbé les Négrilles, Akoas et autres; puis les Bakalés les ont poussés vers l'ouest, et ces derniers sont à leur tour refoulés par les Fans, qui arrivent de l'intérieur sur un front de bandière évalué par quelques voyageurs à près de 400^{km}. Ces nouveaux venus, dont on n'a guère eu connaissance que depuis une trentaine d'années, sont encore de véritables Nègres par leur dolichocéphalie bien accusée (indice horizontal, 72, 43); mais, chez eux, l'hypsisténocéphalie disparaît (indice vertical, 98, 50). Par leur capacité cranienne, 1380^{cc}, ils sont inférieurs aux Dahomans, mais supérieurs aux Aschantis.

» Le défaut absolu de matériaux nous a forcés de laisser en dehors de nos études toutes les populations placées au sud du Congo jusqu'aux colonies anglaises et d'aborder sans intermédiaires l'examen des groupes échelonnés sur la côte orientale. Là nous nous sommes trouvés en présence d'une grande formation anthropologique comprenant toutes les tribus que l'on désigne habituellement par le nom de Cafres et qui se donnent souvent elles-mêmes le nom de Bantous.

» L'un de nous, dans ses Cours au Muséum et ailleurs, a cherché depuis longtemps à montrer que ces populations, loin d'être un des types les plus distincts de l'humanité, comme on l'a souvent affirmé, sont au contraire des populations métisses dans lesquelles les éléments nègres et boschismans, mêlés à des degrés divers, s'étaient en outre compliqués par places d'éléments arabes et peut-être aussi d'éléments malais, de même origine que ceux que nous allons trouver à Madagascar. La petite bande de Zoulous qui se fit voir en Europe en 1853 aurait suffi pour justifier la plupart de ces conclusions. Sur onze individus, six ou sept étaient des Nègres plus ou moins purs; trois au moins, dont une femme, tournaient visiblement au Hottentot; un autre était fortement arabisé. L'examen des têtes osseuses confirme ces déterminations. Les caractères du Nègre y dominent en général, et la dolichocéphalie est toujours très accentuée. Mais l'hypsisténocéphalie disparaît chez les Amakosas, les Amazoulous, les Béchuanas. Les deux caractères semblent au contraire s'exagérer chez les Basoutos. La tête d'un chef, décrite par Anders Retzius, avait pour indice horizontal 66,48 et 113,82 pour indice vertical. Les Makouas, qui vivent au nord du Zambèze, et dont nous possédons des crânes et des moules peints sur nature, présentent la même

diversité. On comprend que nous ne saurions entrer ici dans le détail de ces variations.

» Signalons toutefois un fait fort intéressant. Le Dr Kirk a rapporté en Europe six crânes d'hommes adultes pris sur les bords du Shiré, qui conduit au Zambèze les eaux du lac Nyassa. Les moyennes de ces six crânes les rattachent à ceux des Nègres soudaniens. Ce fait, rapproché de quelques autres, conduit à admettre que le type placé en tête de cette étude occupe la plus grande partie de l'Afrique centrale.

» Si du continent nous passons à la grande île de Madagascar, qui en est si proche, nous rencontrons encore des populations mélangées et qui, par la plupart de leurs caractères céphaliques, sont bien plus rapprochées des Bantous qu'on n'aurait été porté à le penser. L'élément malais intervient d'ailleurs dans leur composition d'une manière incontestable. Nous voulons parler des Howas, que M. Grandidier regarde comme originaires de Madoura ou des environs. Ces étrangers ont influé principalement sur les caractères craniens des Sakalaves. Leur influence est moins accusée chez les Betsimsarakas, dont les crânes présentent même une hypsisténocéphalie supérieure à celle des têtes soudaniennes (indice vertical, 106,01).

» A leur tour, les Howas ont subi probablement quelque peu l'action du métissage. L'ensemble du crâne s'est agrandi; sa capacité s'élève à 1585cc chez l'homme, à 1375cc chez la femme. Mais, à en juger par le peu d'individus que nous avons eus à notre disposition, la tête est seulement mésaticéphale chez l'homme (indice horizontal, 78,08); elle redevient sous-dolichocéphale chez la femme (indice horizontal, 76,04) et dans les deux sexes elle atteint tout juste à l'hypsisténocéphalie (indice vertical, 100,00).

» Malgré la couleur ocracée qui la caractérise, malgré les particularités ostéologiques qui la distinguent de toutes les populations dont nous venons de parler, on ne peut isoler la race bosjesmane des races nègres, au milieu desquelles elle constitue une sorte de sous-type aberrant. On sait que c'est à elle qu'appartenait Sarah Bartmann, si connue sous le nom de *la Vénus hottentote*, qui a été étudiée de son vivant et après sa mort par une Commission dont faisaient partie Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire, et dont le moulage et le squelette sont conservés au Muséum.

» Nous avons pris pour type masculin de la race le crâne même décrit par Blumenbach et dont le Muséum possède le moulage. Ce crâne est dolichocéphale (indice horizontal, 73,03); mais l'hypsisténocéphalie a manifestement disparu. La capacité cranienne est seulement de 1220cc. La ligne antéro-postérieure s'élève presque verticalement au front, se coude presque

à angle droit au-dessus de la bosse frontale, se continue presque horizontalement jusque vers le milieu des pariétaux; là, elle s'infléchit d'abord pour dessiner un brusque ressaut en atteignant l'occipital, dont la courbure inférieure est presque effacée. Les saillies sourcilières sont à peine indiquées. Le profil du front se continue directement jusque vers le milieu des os du nez, qui sont intimement soudés l'un à l'autre. L'épine nasale est à peine marquée, le prognathisme maxillaire et dentaire médiocrement accentué. Les os malaires sont volumineux et se terminent en dehors et en bas par une sorte de bec, qui rappelle celui des Noubas.

» Le crâne de Sarah Bartmann ressemble beaucoup au précédent. Toutefois, l'indice horizontal s'élève à 76,43, l'indice vertical descend à 90,22 et la face est un peu plus élargie.

» Les Bosjesmans sont les véritables indigènes de l'Afrique méridionale; les Hottentots, les Koranas, les Gonaquas, les Namaquas ne sont autre chose que des métis de cette race, croisée à divers degrés avec la race nègre. Aussi voit-on quelques-uns des caractères de celle-ci reparaître par suite du mélange. La dolichocéphalie s'accentue davantage et l'hypsisténocéphalie reparaît. En outre, chez les Namaquas, le prognathisme atteint les plus fortes dimensions connues. Sur une des têtes osseuses que possède le Muséum, la projection faciale atteint $0^{m},052$. Nous avons reproduit dans notre Atlas cette tête exceptionnelle. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Des causes qui peuvent faire varier les résultats de l'inoculation charbonneuse sur les moutons algériens. Influence de la quantité des agents infectants. Applications à la théorie de l'immunité.* Note de M. A. CHAUVEAU.

« Les expériences exposées dans ma dernière Communication prouvent que la résistance des moutons algériens aux inoculations charbonneuses doit être considérée comme un caractère très général, mais non absolu. On a vu, en effet, que quelques-uns d'entre eux peuvent contracter le vrai sang de rate et en mourir. Pour que cela arrive, des conditions de deux ordres me semblent nécessaires. Il faut : 1° que la matière d'inoculation ait des qualités particulièrement actives; 2° que l'inoculation soit pratiquée par un procédé qui mette d'un seul coup l'économie en contact avec un grand nombre d'agents infectants. Ajoutons que ces deux conditions doivent être favorisées par la condition fondamentale inhérente aux sujets eux-

mêmes, à savoir une immunité amoindrie, c'est-à-dire une moindre inaptitude à l'infection par la bactéridie charbonneuse.

» De la première condition, j'ai peu de chose à dire. Il est prouvé que les agents virulents du charbon bactéridien n'ont pas tous ni toujours la même aptitude à infecter les organismes éminemment prédisposés. *A fortiori* doit-il en être de même quand on inocule ces agents sur des organismes plus ou moins réfractaires à leur action.

» Sur la seconde condition, je possède de nombreux documents, dont quelques-uns ont été recueillis spécialement dans le but de l'étudier. On devine qu'il s'agit des expériences complémentaires que j'ai déjà indiquées dans ma dernière Communication, et surtout des inoculations faites en Algérie.

» Certains faits recueillis dans mes premières expériences semblent être en contradiction avec la proposition que je cherche maintenant à établir, sur l'influence de la quantité des agents infectants. C'est ainsi qu'on a pu voir (*Revue mensuelle de Médecine et de Chirurgie*, 1879) que quatre moutons algériens ont reçu dans la veine jugulaire du sang contenant huit milliards de bactéridies et qu'ils n'ont pas contracté le sang de rate. L'immunité naturelle des sujets aurait été peut-être assez forte par elle-même pour résister à l'action infectante de ces huit milliards de bactéridies; mais ces moutons avaient été mis, comme je le démontrerai plus tard, dans des conditions spéciales qui avaient renforcé chez eux l'immunité naturelle contre le sang de rate. Il était nécessaire de le dire pour prévenir une objection contre les faits dont je vais parler maintenant.

» Dans la première série de mes expériences complémentaires, on fit seulement quelques piqûres d'inoculation, avec la pointe d'une lancette, à la peau de la face interne d'une oreille. On ne mit donc en contact avec l'organisme qu'un nombre très restreint d'agents infectants. Ils suffirent cependant à tuer rapidement six beaux moutons européens; mais ils ne portèrent presque aucune atteinte à la santé des sept moutons algériens inoculés en même temps que ces derniers. C'est en rapprochant de cette expérience type les conditions et les résultats des expériences suivantes qu'on appréciera celles-ci à leur valeur.

» Je rappellerai que mes inoculations d'Alger, dont j'ai maintenant à faire ressortir l'intérêt spécial, ont été faites sur quatre lots de moutons.

» Avec le premier lot (trois animaux), on essaye d'abord les inoculations par piqûres cutanées avec la pointe d'une lancette, comme sur les sujets dont il vient d'être question. Non seulement aucun de ces animaux ne meurt,

mais ils ne paraissent nullement incommodés. Trois et six jours après cette première tentative d'infection, on réinocule deux fois ces sujets, en même temps et dans les mêmes conditions que les animaux des deuxième et troisième lots. Ils résistent également. Toutefois, tous trois furent alors un peu indisposés. Or ces nouvelles inoculations avaient été faites, comme on va le voir, avec des quantités notables de virus très actif, qui auraient dû même produire des effets plus marqués, si ces trois sujets ne s'étaient trouvés, par le fait de la première inoculation (j'expliquerai plus tard pourquoi), dans des conditions favorables à l'immunité personnelle.

» Sur les quatre brebis formant le deuxième lot, d'une part, l'inoculation par piqûres à la peau fut pratiquée à une oreille avec une lancette imprégnée de pulpe ganglionnaire fraîche extrêmement riche en bactéridies; d'autre part, on fit à la face interne d'une cuisse, avec un excellent liquide de culture, une injection hypodermique de cinq gouttes au moins. Trois jours après cette première inoculation, on inocula de nouveau ces quatre sujets, en même temps et dans les mêmes conditions que les animaux du troisième lot. De notre deuxième lot, trois des sujets devinrent nettement, quoique légèrement malades; le quatrième, une brebis pleine, mourut du sang de rate au commencement du septième jour après la première inoculation. Il n'est pas douteux pour moi que sur ces quatre sujets les effets des inoculations n'aient été aggravés par la quantité relativement très grande de matière active employée pour faire ces inoculations.

» Le troisième lot, qui se composait de huit animaux (quatre brebis suitées), fut inoculé avec deux liquides de culture très riches en mycélium et en spores. A l'un de ces liquides on ajouta de l'humeur extraite de ganglions lymphatiques prodigieusement garnis de bâtonnets bactéridiens. Au lieu de faire de simples piqûres cutanées à la lancette, on introduisit, au moyen d'une seringue à injection hypodermique, les deux matières infectantes sous la peau de la face externe des oreilles, l'une d'un côté, l'autre de l'autre, à la dose de cinq à six gouttes de chaque côté pour les brebis, de trois à quatre gouttes pour les agneaux. Sur l'un de ces derniers il ne fut pas possible de saisir le moindre trouble de la santé; mais tous les autres sujets présentèrent du malaise, et l'un d'eux, une brebis, mourut du sang de rate huit jours pleins après l'inoculation. Voilà des résultats qui ressemblent beaucoup à ceux observés sur le lot précédent; ils doivent recevoir la même interprétation.

» Enfin le quatrième lot, qui ne comprenait pas moins de seize animaux, se divisait en trois parts, formées chacune de sujets de même provenance,

même âge, même taille. On se servit aussi, pour l'inoculation, de liquide de culture riche en spores, additionné de pulpe ganglionnaire très active. Dans chaque part, la moitié des sujets reçurent sous la peau d'une oreille 1^{cc} du liquide infectant, l'autre moitié un peu plus de $0^{cc},5$. On a vu, par ma dernière Communication, que sur les seize animaux ainsi inoculés, six moururent du sang de rate. Or, parmi ces derniers, un seul appartenait à la catégorie de ceux qui reçurent la moins grande quantité de liquide infectant. Ceux qui survécurent avaient presque tous perdu, le lendemain de l'inoculation, leur vivacité et leur appétit, qu'ils retrouvèrent bientôt, car le sixième jour ils étaient en état de santé parfaite. Il ne fut pas possible de constater une différence sensible dans la gravité des symptômes observés sur les sujets des deux catégories. Cependant ceux qui avaient été inoculés avec la plus grande quantité de liquide présentèrent généralement une élévation de température plus forte et plus soutenue.

» Je me garderai bien de dire qu'aucun des animaux qui ont succombé dans ces expériences, après avoir été inoculés avec de notables quantités de virus très actif, n'aurait péri si le virus avait été seulement inséré en très minime quantité par piqûres cutanées. Puisque, parmi les moutons algériens réunissant exactement les mêmes conditions et inoculés de la même manière, les uns meurent du sang de rate, les autres y échappent, il faut bien admettre que l'immunité n'est pas également assurée dans tous les sujets. On comprend donc qu'elle puisse, très exceptionnellement, être assez faible pour permettre la réussite complète d'une simple inoculation par piqûres sous-épidermiques; mais il n'en reste pas moins prouvé, par l'ensemble de mes expériences, que la grande quantité des agents infectants dans les inoculations de sang de rate aux moutons algériens est une des conditions qui permettent de vaincre la résistance que ces animaux opposent en général au virus charbonneux.

» Un certain intérêt s'attache aux faits que je viens d'exposer, quand on les considère au point de vue de leurs rapports avec les essais de théorie générale de l'immunité. Dans une Communication récente, M. Pasteur a montré que les milieux qui ont servi à une première culture du microbe du choléra des poules ont perdu toute aptitude à une nouvelle culture, par épuisement de certains principes nécessaires au travail de prolifération. Il a rapproché ces milieux culturaux épuisés, et devenus ainsi inféconds, de l'organisme des poules auxquelles il donne l'immunité par plusieurs inoculations préventives : sur celles-ci, comme dans ceux-là, il manque quelque

chose qui est indispensable à la vie et à la multiplication du microbe du choléra des poules, et c'est là ce qui rend les deux sortes de milieux également inféconds. Selon toute vraisemblance cette séduisante théorie, basée sur une des plus intéressantes séries de ces expériences nettes et décisives dont M. Pasteur est coutumier, s'applique à la plupart des cas d'immunité acquise par inoculation préventive; mais il me paraît difficile de l'adapter à l'immunité naturelle dont jouissent les moutons algériens à l'égard de la maladie bactéridienne. Les faits que je viens de faire connaître démontrent, en effet, que la bactéridie charbonneuse se comporte, dans l'organisme des moutons algériens, non pas comme s'il était privé de principes nécessaires à la vie bactéridienne, mais bien plutôt comme si c'était un milieu rendu impropre à cette dernière par la présence de substances nuisibles. En très petit nombre, les bactéridies sont arrêtées dans leur développement par l'influence inhibitoire de ces substances. Très nombreuses, au contraire, elles peuvent surmonter bien plus facilement cet obstacle à leur prolifération. »

VITICULTURE. — *Résultats obtenus dans le traitement des vignes par le sulfocarbonate de potassium.* Lettre de M. **H. Marès** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« J'ai été souvent sur le point de vous écrire pendant les deux mois qui viennent de s'écouler, et j'ai toujours ajourné, attendant le moment où se produiraient sur les vignes des résultats, soit en bien, soit en mal. Ce moment me paraît être venu.

» Je constate à Launac sur toutes mes vignes traitées, et plus particulièrement sur celles qui ont reçu du sulfocarbonate de potassium dissous, une reprise des plus remarquables, qui dépasse de beaucoup celle de l'année dernière. Nous nous rapprochons de l'état normal, nous l'atteignons même sur divers points avec le sulfocarbonate, après être tombés, en 1878, au dernier état de délabrement sous la double influence du Phylloxera et de la sécheresse.

» Nous en sommes actuellement à la troisième application *sur la superficie totale des vignes,* seul mode de défense efficace, car j'ai partout reconnu que le traitement des seuls points d'attaque d'une vigne envahie n'aboutit à aucun résultat sérieux. Dans ce cas, le Phylloxera change de place et s'étend plus rapidement aux portions encore vigoureuses de la vigne, et il

arrive alors que celles-ci périssent tout aussi vite, tandis que le point d'attaque trop éprouvé pour se remettre finit aussi par succomber. Tout traitement doit donc comprendre la totalité de la vigne pour donner réellement les résultats qu'on est en droit d'en attendre. Les parcelles qu'on laisse sans traitement sont presque toujours des nids de Phylloxeras, d'où l'insecte part pour continuer et perpétuer ses ravages. C'est un point des plus importants; j'en fais à Launac l'expérience dans de bonnes conditions, car je n'ai plus de voisinage phylloxéré : toutes les vignes autour de moi sont mortes et arrachées; les miennes sont donc isolées, et je profite à présent du bénéfice de cette situation. Il se traduit par une plus grande efficacité des traitements et une reconstitution plus rapide. Il est facile de comprendre combien la démonstration du fait dont je vous entretiens est capitale. Comment préserver utilement des vignobles dont le traitement sera isolé, au milieu d'un grand ensemble de vignes forcément abandonné à lui-même? Je crains bien que l'alternative ne soit de tout défendre ou de tout abandonner, au moins pour le moment où nous en sommes.

» J'ai fait l'an dernier deux applications de sulfocarbonate dilué, à [illegible]50^{kg} de sulfocarbonate et 120^{mc} d'eau par hectare, la première en avril, la seconde fin juillet et août. Je m'en suis très bien trouvé et je recommence cette année; mais le retard qu'a mis M. Mouillefert à m'envoyer les appareils m'a obligé à faire mes premiers traitements en mai et en juin. Je ferai la différence des résultats; peut-être sera-t-elle à l'avantage du traitement retardé. Il y a à cela plusieurs raisons, mais c'est à la pratique à prononcer.

» Mes cultures ont beaucoup souffert du retard apporté aux traitements. Pendant ces contrariétés, le ver gris, larve de la *Noctua aquilina,* qui se terre au pied des plantes qu'elle dévore, faisait un ravage incessant, dévorant la nuit les bourgeons à mesure qu'ils se développaient. Cette étrange invasion d'insectes s'est étendue à presque tout le Midi et y a maltraité les vignobles sur une échelle jusqu'alors inconnue, dans les deux mois d'avril et mai. De plus, nous avons eu des nuées d'Altises, dont les larves sont en pleine éclosion. Je n'en ai pas moins persisté, car je tenais au résultat de cette année, résultat que je constate avec bonheur, et qui confirme vos découvertes et vos prévisions.

» J'ai fait sur la pratique du sulfocarbonatage des vignes et sur le Phylloxera une série d'observations que j'ai besoin de mettre en ordre. Il y a là des faits très curieux. Un de ceux qui semblent se confirmer le mieux est celui de la concentration du bain sulfocarbonaté autour du cep, sur

une surface qui n'a pas besoin d'être très considérable. Ce bain produit sur les racines l'effet d'une vraie médication. Des tissus se refont et il en part une série de racines jeunes qui reconstituent le cep. Le Phylloxera fait subir à la vigne une sorte d'intoxication qui se manifeste par les lésions toutes spéciales des tissus; les bains de sulfocarbonate guérissent ces lésions et les cicatrisent. Concentrés autour du tronc de la souche et des racines principales, ils les conservent mieux, pénètrent profondément le sol sur les points mêmes où leur action doit être plus spécialement énergique, et sont une des meilleures garanties pour empêcher l'étisie complète des sujets traités en temps utile. Il en résulte une plus grande facilité pour l'emploi et l'administration du sulfocarbonate dilué, et plus d'efficacité dans les résultats. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur la salubrité de l'isthme de Panama.* Note de **M. de Lesseps.**

« J'ai demandé à notre Président la permission de signaler un fait intéressant, parce qu'il concerne une question soulevée l'année dernière à l'Académie à propos de l'utilité ou de l'inutilité des quarantaines, qui, dans mon opinion, n'empêchent pas les maladie épidémiques de se répandre, lorsque leur propagation est favorisée par des circonstances atmosphériques et qui, dans tous les cas, sont une gêne constante pour les relations commerciales et maritimes.

» L'ingénieur qui dirige dans ce moment les opérations préparatoires pour l'exécution du canal interocéanique m'adresse la Lettre suivante, à la date du 26 mai :

« On a beaucoup parlé dernièrement à Panama, et plus encore aux États-Unis, de la fièvre jaune existant ici; mais il n'en est rien. Les cas très rares qui se sont présentés prouvent que cette maladie n'a pas pris naissance dans ce pays et qu'elle ne s'y est pas développée.

» Vous savez que l'on pousse ici très loin les principes de liberté. Nous avons eu dernièrement des cargaisons de malades atteints de la fièvre jaune parfaitement caractérisée. Débarqués sans que personne se soit cru autorisé à les en empêcher, on avait prétendu que ceux qui sont morts de la maladie qu'ils avaient apportée ont été victimes du climat. Comme vous l'avez vu vous-même, nous n'avons pas de précautions sanitaires, pas plus à Colon qu'à Panama, point de règlement hygiénique. Cependant la fièvre importée n'a pas pu se développer en dehors des personnes atteintes avant leur débarquement. On verra dans ce fait la preuve évidente de la salubrité de l'isthme de Panama, qui, dans un court espace entre les deux océans, reçoit tour à tour et sans arrêt les brises salutaires de l'Atlantique et du Pacifique.

» Signé : Pedro Sosa. »

M. **Bouley**, à la suite de la Communication de M. de Lesseps, soumet à l'Académie les observations suivantes :

« En l'absence des Membres de la Section de Médecine, je crois de mon devoir de ne pas laisser dire, sans protestation, devant l'Académie, que « les quarantaines sont inutiles pour empêcher les maladies épidémiques » de se répandre lorsque leur propagation est favorisée par des circonstances atmosphériques ». Qu'elles soient une gêne constante, comme le dit M. de Lesseps, pour les relations commerciales et maritimes, je n'y contredis pas; mais cet inconvénient se trouve si supérieurement compensé par les garanties qu'elles donnent à la santé publique, que nous ne devons pas nous départir de cette mesure préventive, dont l'expérience démontre tous les jours l'efficacité certaine. C'est depuis que la police sanitaire internationale veille sur l'Égypte et la préserve, par des mesures quarantenaires, de l'invasion du choléra, aux époques redoutables des pèlerinages, que les menaces de cette maladie sont moins à craindre pour l'Europe. C'est par les quarantaines que nous nous maintenons à l'abri des contagions que les vaisseaux peuvent si facilement transporter, notamment la fièvre jaune, dont il est question dans la Lettre que vient de lire M. de Lesseps.

» Les circonstances atmosphériques, qui rendraient nulles, d'après lui, l'action des quarantaines, ne peuvent contribuer à la propagation des maladies épidémiques qu'autant qu'on laisse à ces maladies la liberté de prendre leur essor en dehors des vaisseaux qui en renferment les germes. Mais ces germes ne sont pas des *aura* insaisissables, des vapeurs subtiles, des effluves qui auraient la propriété de se répandre *fatalement*, sans qu'on puisse rien contre leur expansion. C'est le contraire qui est le vrai.

» Grâce aux recherches de la Science expérimentale, le principe de la contagion n'est plus l'inconnu d'autrefois; il a pris un corps, et on peut l'étudier et le suivre dans ses manifestations. Mais, même avant que ces notions fussent acquises, la pratique, s'inspirant de l'observation, avait donné la preuve que, par une surveillance attentive exercée sur les hommes et les choses de provenance des pays suspects, on pouvait prévenir l'expansion des maladies contagieuses dont les uns et les autres étaient susceptibles de recéler les germes. Cette surveillance, c'est par les quarantaines qu'elle peut être exercée efficacement. Il est donc nécessaire de les maintenir, malgré les inconvénients qu'elles peuvent avoir pour les relations commerciales et maritimes. »

M. DE LA GOURNERIE fait hommage à l'Académie d'une Note intitulée « Expériences pour déterminer la direction de la pression dans les arches biaises; réponse à une critique de M. Émile Trélat ».

Ce travail est extrait des *Comptes rendus* du Congrès de Montpellier.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle forme de galvanomètre*. Note de M. L. GOSTYNSKI, présentée par M. Desains.

(Commissaires : MM. Janssen, Desains.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un nouveau galvanomètre pour les courants thermo-électriques, qui se distingue particulièrement de tous ceux que l'on connaît par l'assemblage de deux systèmes astatiques de même sens.

» Le principal avantage de cet appareil consiste dans la proportionnalité, que j'ai pu étendre jusqu'à près de 90°, ce qui dispense de la construction des Tables, souvent insuffisantes d'ailleurs.

» Ayant à faire et à vérifier un grand nombre de déterminations sur la transmission de la chaleur à travers l'eau sous diverses épaisseurs, j'ai cherché des moyens de mesure à la fois simples, commodes et précis. L'appareil en question réunit ces conditions et peut être rendu très sensible. Il est à bobine continue, c'est-à-dire sans fente pour le passage du système astatique. Un équipage en fil d'aluminium en forme d'U, suspendu par un fil de cocon, supporte deux systèmes astatiques de même sens, croisés sous un angle d'environ 45° et réunis l'un à l'autre. Dans un petit miroir vertical surmontant l'équipage et entraîné par le double système astatique dans son mouvement de rotation sous l'action du courant, viennent se mirer les divisions d'une échelle demi-cylindrique ayant le fil de cocon pour axe et se projeter sur une petite mire verticale fixe placée derrière le miroir. Le zéro de l'échelle correspond à la position de l'équipage pour laquelle l'un des deux systèmes astatiques est parallèle aux spires de la bobine, le sens du courant étant tel que l'autre système se dirige vers le point de départ du premier.

» Depuis près de deux mois je vérifie la proportionnalité à gauche et à droite du zéro pour diverses déviations. Plus de cent cinquante séries

d'observations croisées, chaque série comprenant au moins six déterminations partielles, sont venues confirmer cette proportionnalité.

» En terminant cet aperçu sommaire, je considère comme un devoir d'exprimer toute ma gratitude à MM. P. Desains et J. Janssen, qui ont provoqué et encouragé mes recherches.

» Je dois signaler aussi le concours obligeant que j'ai trouvé dans la maison Carpentier, en particulier auprès de M. Guerout, qui a dirigé avec beaucoup de soin et de complaisance la construction de mes appareils. »

BALISTIQUE. — *Sur un appareil destiné à enregistrer la loi du mouvement d'un projectile, soit dans l'âme d'une bouche à feu, soit dans un milieu résistant.* Note de M. SEBERT. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Phillips, Berthelot, Cornu, Favé.)

« Le succès des expériences relatées dans ma précédente Communication (¹), sur l'emploi de projectiles enregistreurs à diapason vibrant, pour la détermination de la loi du mouvement des projectiles dans l'âme même de la bouche à feu, m'a conduit à appliquer le même système à la mesure de la loi du mouvement d'un projectile dans un milieu résistant, comme un massif en terre ou même une muraille cuirassée.

» Si l'on tire un projectile muni du mécanisme enregistreur qui a été décrit plus haut, mais en prenant la précaution de placer ce mécanisme à l'arrière et non à l'avant, la masse inerte reste appliquée contre le culot tant que le projectile éprouve une accélération dans son mouvement; mais, aussitôt que le mouvement devient retardé, la masse, en vertu de son inertie, prend, par rapport à la tige qui la guide, un mouvement propre dont le diapason, rendu libre à cet instant même, enregistre la loi.

» Si l'on munit cette masse d'une goupille de sûreté suffisamment résistante pour que son déplacement ne soit pas provoqué, par la simple résistance de l'air, à une faible distance de la bouche à feu, on arrive à la faire mettre en marche au moment où le projectile éprouve une brusque résistance, en pénétrant, par exemple, dans une chambre à sable.

» L'expérience a été faite, dans ces conditions, le 15 mai dernier, à la

(¹) Voir même Volume, p. 1468. — Par suite d'une erreur de dessin, le trait ondulé des *fig.* 2 et 3 a été fait beaucoup trop fort; dans les tracés obtenus, ce trait était, au contraire, très fin et très délié et permettait d'obtenir une très grande précision dans les lectures.

poudrerie de Sevran-Livry, au moyen de projectiles de $0^m,10$, du poids de 12^{kg}, munis de mécanismes enregistreurs dont le diapason donnait 6000 vibrations par seconde; ces projectiles arrivaient dans la chambre à sable avec une vitesse de 270^m ([1]).

» Les tracés obtenus sont très satisfaisants, mais moins nets que dans le cas de l'enregistrement du mouvement dans l'âme, ce qui s'explique aisément (*fig.* 3).

Fig. 3 (échelle $\frac{1}{1}$).



18 mai 1880, n° 3. Charge, $1^{kg},200$. Vitesse restante, 270. Diapason n° 10 donnant 5747 vibrations.

» Ces tracés ont permis de déterminer les espaces parcourus par le projectile en fonction des temps à partir de son arrivée dans la chambre à sable et d'en déduire la vitesse perdue, et par conséquent la résistance opposée à chaque instant par le sable. Il est à remarquer que, contrairement à ce qui se passe lors du parcours dans l'âme, le projectile enregistreur fait connaître la loi de son mouvement, dans le cas actuel, sur un parcours plus grand que la longueur de la course laissée à la masse inerte. Cela tient à ce que cette masse n'est plus ici immobile dans l'espace, mais est, au contraire, animée, comme le projectile lui-même, d'une très grande vitesse à son arrivée dans le sable, de sorte qu'elle continue à avancer pendant que se produit le déplacement relatif du projectile.

» Dans les essais effectués, avec un projectile qui ne laissait à la masse inerte qu'une course libre de $0^m,20$ environ, le mouvement s'est trouvé enregistré sur un parcours de près de $0^m,80$ dans le sable, ce qui correspondait, dans les conditions de l'expérience, à une perte de vitesse de 100^m environ.

» La réussite de ces essais donne la certitude de pouvoir enregistrer la loi du mouvement d'un projectile au travers d'une muraille cuirassée et

(1) Ces tirs ont eu lieu en présence de M. Berthelot, Membre de l'Institut et président de la Commission des substances explosives, ainsi que de M. le général Frébault, dont l'appui et la confiance m'ont toujours soutenu dans mes recherches et m'ont assuré les ressources nécessaires pour leur exécution.

Les appareils avaient été préparés par M. le garde d'artillerie Létard, dont l'active et intelligente collaboration m'a été d'un grand secours, tant pour la création même des appareils, dont plusieurs détails lui sont dus, que pour l'exécution des expériences et des longs calculs qu'elles exigent.

de pouvoir, par suite, déterminer le temps nécessaire pour traverser une semblable muraille et la résistance qu'elle oppose à chaque instant; ces données seront d'une grande importance pour les ingénieurs chargés de la construction des navires comme pour les artilleurs chargés de les attaquer par le canon.

» La remarque faite précédemment sur la cause qui permet au projectile enregistreur, pénétrant dans un milieu résistant, d'enregistrer la loi de son mouvement, sur un parcours supérieur à sa propre longueur, donne le moyen de construire un projectile qui, sous une longueur réduite, permettra d'enregistrer la loi de son mouvement sur le parcours entier de l'âme. Il suffira, en effet, d'imprimer à la masse inerte une vitesse propre, dans le sens du mouvement, pour accroître l'espace parcouru par le projectile pendant le temps que cette masse mettra à franchir l'espace libre qui lui est laissé.

» On réalisera aisément cette conception en plaçant dans l'axe du projectile une tige, à double nervure, guidant deux masses indépendantes qui seront pourvues chacune d'un diapason enregistreur. Ces deux masses seront placées, avant le tir, à l'avant du projectile; l'une, laissée entièrement libre, se mettra en mouvement dès le premier déplacement de ce dernier et enregistrera la loi du début de son parcours.

» La seconde masse sera maintenue par un arrêt qui sera brusquement enlevé par l'effet même du choc produit par l'arrivée de la première masse à l'extrémité de sa course. Cette seconde masse commencera donc son mouvement relatif au moment où elle possède déjà, en commun avec le projectile, une vitesse très grande, vitesse que le tracé donné par le premier diapason permet de connaître exactement. Le deuxième diapason viendra ainsi relayer le premier et fera connaître la loi du mouvement du projectile sur un nouveau parcours, qui sera beaucoup plus grand que le précédent.

» L'emploi de diapasons disposés de façon à se relayer, comme il vient d'être dit, permettra également d'enregistrer le mouvement retardé du projectile dans l'air et de mesurer, par suite, la résistance de l'air dans le voisinage immédiat de la bouche à feu, et peut-être même sur un parcours assez long; mais, pour que l'enregistrement de la loi du mouvement puisse s'étendre sur une portion notable de la trajectoire du projectile, il sera sans doute nécessaire de compléter l'appareil par un dispositif qui ralentisse, dans une proportion connue, le mouvement de la masse inerte, ainsi qu'avait proposé de le faire M. le commandant Florentin, dans un projet, déjà ancien, de projectile enregistreur destiné à l'étude de la résistance de l'air. »

HYGIÈNE. — *Sur l'existence, dans la fumée du tabac, d'acide prussique, d'un alcaloïde aussi toxique que la nicotine et de divers principes aromatiques.* Note de MM. **G. Le Bon** et **G. Noel**, présentée par M. Larrey.

(Commissaires : MM. Wurtz, Cahours, Friedel.)

« Nous avons l'honneur d'adresser à l'Académie trois flacons contenant les produits suivants, que nous avons réussi à extraire de la fumée du tabac. Ce sont : 1° de l'*acide prussique;* 2° un *alcaloïde* à odeur agréable, mais dangereux à respirer et aussi toxique que la nicotine, puisqu'il tue les animaux à la dose de $\frac{1}{20}$ de goutte; 3° des *principes aromatiques* encore indéterminés, qui contribuent, avec l'alcaloïde précédent, à donner à la fumée du tabac son parfum.

» C'est autant aux substances qui viennent d'être mentionnées qu'à la nicotine qu'elle contient que la fumée du tabac doit les propriétés toxiques attribuées uniquement jusqu'ici à la nicotine.

» L'alcaloïde que nous signalons paraît identique à un composé, la collidine, dont l'existence avait déjà été signalée dans la distillation de plusieurs substances organiques, mais dont les propriétés physiologiques et toxiques étaient ignorées. Il joue un rôle fondamental dans la fumée du tabac. C'est à sa présence que la fumée de certains tabacs peu riches en nicotine et cependant très forts doit ses propriétés.

» Dans un Mémoire imprimé, récemment adressé à l'Académie pour le Concours du prix de Médecine, on a décrit avec soin les procédés employés pour retirer de la fumée du tabac les composés qui viennent d'être mentionnés et reconnaître leurs propriétés physiologiques. »

M. **Alland** communique, pour la destruction du Phylloxera, la préparation d'un mélange solide renfermant du sulfure de carbone. (Extrait.)

« On dissout dans le sulfure de carbone une huile lourde, provenant de la fabrication de l'anthracène et saponifiable par la chaux; la solution est additionnée de chaux vive; la pâte obtenue est trempée dans l'eau et séchée dans une chaux hydraulique qui forme une croûte isolante.

» On obtient ainsi un insecticide très actif qui n'opère que lentement. Toutes les opérations indiquées se font à froid, ce qui évite l'évaporation du sulfure de carbone. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. H. de Vallandé adresse une Note sur l'emploi de l'arsenic contre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. J. Seure soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Recherches sur les propriétés électriques du collodion simple, suivies de réflexions sur la nature de l'électricité statique. » (Extrait.)

« Le collodion en feuilles minces est négatif avec tous les corps.

» Dans l'interprétation des effets thérapeutiques du collodion, on peut tenir compte de son pouvoir électrique, dont l'intensité varie avec la nature des tissus.

» La gutta-percha, substance polymorphe comme les corps qui possèdent la qualité idio-électrique, présente, quand elle est électrisée, des modifications analogues à celles qu'on observe sur le collodion. »

(Commissaires : MM. Fizeau, Berthelot, Cornu.)

M. L. Compányo adresse un Mémoire avec Supplément sur l'organisation du service sanitaire du canal de Panama.

Cette Communication se rapporte à l'état sanitaire du personnel et des travailleurs occupés aux travaux de construction du nouveau port de Batavia à Iandjeng-Priok, avec un canal, un chemin de fer et une grande route reliant le nouveau port à la ville de Batavia. Les travaux sont exécutés dans les alluvions et les marais qui se trouvent à l'est de la ville de Batavia.

(Renvoi à la Commission du Canal de Panama.)

Un Anonyme adresse un Supplément au Mémoire qu'il a présenté, pour le Concours du grand prix des Sciences mathématiques, avec la devise « *Non inultus premor* ».

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Huxley*, portant pour titre « L'Écrevisse ». (Présenté par M. Milne Edwards.)

2° Le premier fascicule d'un Ouvrage de M. *L. Marchand*, intitulé « Botanique cryptogamique pharmaco-médicale ».

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur des transcendantes qui jouent un rôle important dans la théorie des perturbations planétaires.* Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Mouchez.

« Les remarques qui ont servi dans l'évaluation de la transcendante

$$\frac{\alpha^n}{1.2\ldots n}\frac{d^n b_s^{(m)}}{dx^n}$$

quand n est un grand nombre [1] permettent de préciser la méthode donnée par Le Verrier dans le Tome II des *Annales de l'Observatoire*.

» Les valeurs parfois erronées de la *Mécanique céleste* ont été calculées de nouveau par Le Verrier et avec plus d'étendue. Toutefois M. Delaunay (*Comptes rendus*, t. LI) montra que quelques-uns des derniers chiffres des derniers nombres de Le Verrier s'écartaient de la vérité. Il importe donc de justifier la méthode due à l'illustre astronome.

» Elle est fondée sur une formule de transformation qui, comme les formules de Taylor, de Gauss, etc., est une simple conséquence des théorèmes généraux de Cauchy. Soient $f(z)$ une fonction synectique dans le cercle de rayon égal à l'unité ayant l'origine pour centre, et x l'affixe d'un point situé dans le cercle. Considérons la combinaison (i entier)

$$2\pi\sqrt{-1}f(x)(1-x)^i = \int\frac{f(z)(1-z)^i}{z-x}dz,$$

l'intégrale du second membre étant l'intégrale curviligne prise le long de la circonférence du cercle de convergence ou d'un cercle de rayon un peu moindre, et développons la quantité $\frac{1}{z-x}$ suivant les puissances croissantes de x, en mettant à part les i premiers termes; il viendra

$$\begin{aligned}2\pi\sqrt{-1}f(x)(1-x)^i &= \int\frac{f(z)(1-z)^i}{z}dz + x\int\frac{f(z)(1-z)^i}{z^2}dz + \ldots \\ &+ x^{i-1}\int\frac{f(z)(1-z)^i}{z^i}dz + x^i\int\frac{f(z)(1-z)^i}{z^{i+1}}dz + \ldots\end{aligned}$$

---

(1) Voir ce Volume (p. 1154 et 1201). M. Darboux a donné (*ibid.*, p. 1416) une formule pour l'approximation indéfinie des mêmes transcendantes.

La seconde suite de termes formera une série convergente, le point dont l'affixe est x étant supposé à l'intérieur du cercle de convergence.

» Soit, de plus,

$$f(z) = A_0 + A_1 z + A_2 z^2 + \ldots;$$

on aura, d'après des principes connus, pour la valeur d'un coefficient quelconque A_p,

$$A_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{-1}} \int \frac{f(z)}{z^{p+1}} dz,$$

et, en développant le binôme $(1 - z)^i$ sous les signes $\int$ dans la seconde suite de termes,

$$2\pi\sqrt{-1}\, x^i (\delta^i A_0 + \delta^i A_1 x + \delta^i A_2 x^2 + \ldots),$$

la caractéristique δ^i indiquant la différence d'ordre i.

» D'autre part, la première suite de termes

$$\int \frac{f(z)(1-z)^i}{z} dz + x \int \frac{f(z)(1-z)^i}{z^2} dz + \ldots + x^{i-1} \int \frac{f(z)(1-z)^i}{z^i} dz$$
$$= \int \frac{f(z)(1-z)^i}{z^i} \frac{z^i - x^i}{z - x} dz$$

étant rapprochée de la combinaison suivante

$$(1-x)^{i-1} \int \frac{f(z)}{z} dz + (1-x)^{i-2} x \int \frac{f(z)(1-z)}{z^2} dz + \ldots + x^{i-1} \int \frac{f(z)(1-z)^{i-1}}{z^i}$$
$$= \int \frac{f(z)}{z^i} \frac{(1-x)^i z^i - (1-z)^i x^i}{z - x} dz,$$

on trouve, pour la différence des deux seconds membres, l'intégrale curviligne

$$\int f(z) \frac{(1-z)^i - (1-x)^i}{z - x} dz;$$

elle est manifestement nulle. On est ainsi conduit à la formule de transformation

$$f(x) = \frac{A_0}{1-x} + \delta A_0 \frac{x}{(1-x)^2} + \delta^2 A_0 \frac{x^2}{(1-x)^3} + \ldots$$
$$+ \delta^{i-1} A_0 \frac{x^{i-1}}{(1-x)^i} + \frac{x^i}{(1-x)^i} (\delta^i A_0 + \delta^i A_1 x + \delta^i A_2 x^2 + \ldots).$$

Elle ne diffère pas de la formule de Le Verrier. Quand la suite des différences $\delta^i A_0$, $\delta^i A_1$, ... diminue assez rapidement, elle est avantageuse. Je vais chercher une expression approchée de $\delta^i A_n$.

» Il résulte de ce qui précède que la transcendante $\alpha^f \frac{d^f b_s^{(m)}}{d\alpha^f}$, laquelle ne contient que des puissances de α toutes paires ou toutes impaires, est égale, à un facteur près, à l'intégrale

$$\int_0^1 \frac{r^{m+2s'-1}(1-r^2)^{-s'}}{(1-\alpha r)^{s+e+f}}\, dr,$$

augmentée d'une série convergente d'intégrales analogues dans lesquelles l'exposant négatif de $1-\alpha r$ est augmenté de nombres positifs.

» Je vais déterminer la partie principale du coefficient de α^n dans le produit du développement de l'intégrale ci-dessus par $\left(\frac{1}{\alpha^2}-1\right)^i$ ou plutôt le coefficient de α^{2i+n}, en remplaçant le dernier facteur par $(1-\alpha^2)^i$.

» En ayant égard à l'identité $r^2(1-\alpha^2)=(1-r\alpha)[2-(1-r\alpha)]-(1-r^2)$ et faisant $\sigma = s+e+f$, on trouve l'équation approchée

$$D_\alpha^{2i+n}\frac{(1-\alpha^2)^i}{(1-\alpha r)^\sigma} = (-1)^i\sigma(\sigma+1)\ldots(\sigma+2i+n-1)r^n\frac{(1-r^2)^i}{(1-\alpha r)^{\sigma+2i+n}};$$

elle donne pour la valeur principale du coefficient

$$\frac{\sigma(\sigma+1)\ldots(\sigma+2i+n-1)}{1.2\ldots(2i+n)}\int_0^1 r^{n+m+2s'-1}(1-r^2)^{i-s'}\, dr,$$

et, dans le cas où $s'=\frac{1}{2}$, A ne dépendant pas de n, on a, en définitive,

$$\frac{A}{n^{i-f-2e+1}}.$$

» Les autres intégrales donneraient des résultats très petits par rapport au précédent, et la conclusion est celle-ci :

» La série transformée convergera, comme celle qui donne $b_{\frac{1}{2}}^{(0)}$, si l'ordre i des différences est augmenté d'une unité pour chaque dérivée et de deux unités quand on passe d'un des indices $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{2}$, ... à l'indice suivant. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application de la théorie des Sinus des ordres supérieurs à l'intégration des équations différentielles linéaires.* Note de M. J. FARKAS. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Yvon Villarceau.)

« En écrivant, dans l'équation

$$\frac{d^k y}{dx^k} \mp p\frac{d^h y}{dx^h} = X,$$

où p est une constante et X une fonction de la seule variable x,

$$\frac{d^h y}{dx^h} = \eta, \quad k - h = m, \quad p = r^m,$$

en vertu de vos développements (*Comptes rendus*, t. XC, nos 13 et 14), on a

$$y = \frac{1}{r^{m-1}} \sum_{\lambda=0}^{\lambda=m-1} \int^h \varphi_\lambda(rx) \int X\, \varphi_{m-1-\lambda}(-rx)\, dx^{h+1},$$

les constantes d'intégration sous-entendues.

» Quelquefois il sera peut-être plus avantageux d'appliquer immédiatement h intégrations successives à l'expression donnée, ce qui nous fournit

$$y = \frac{1}{r^{m-1}} \sum_{\lambda=0}^{\lambda=m-1} \varphi_\lambda(rx) \int \varphi_{m-1-\lambda}(-rx) \int^h X\, dx^{h+1}.$$

» Pour faire une comparaison de l'emploi des sinus des ordres supérieurs avec celui de l'exponentielle, en supposant distinctes les racines $(u_0, \ldots, u_{m-1})$ de l'équation algébrique

$$U = u^m + a_0 u^{m-1} + \ldots + a_{m-2} u + a_{m-1} = 0,$$

j'ai établi la formule, dans sa forme la plus simple, de la solution, en fonctions exponentielles, de l'équation

$$\frac{d^m y}{dx^m} + a_0 \frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}} + \ldots + a_{m-2} \frac{dy}{dx} + a_{m-1} y = X,$$

où $a_0, \ldots, a_{m-1}$ sont des constantes. Voici le résultat :

$$y = \sum_{\lambda=0}^{\lambda=m-1} \frac{e^{u_\lambda x}}{\left(\frac{dU}{du}\right)_{u=u_\lambda}} \int X e^{-u_\lambda x}\, dx.$$

» Un regard sur cette expression suffit pour faire voir, dans le cas de $a_0 = \ldots = a_{m-2} = 0$, l'avantage de l'emploi des sinus.

» Cependant la solution de l'équation

$$(1) \qquad \frac{d^{2m} y}{dx^{2m}} + a_1 \frac{d^m y}{dx^m} + a_2 y = X,$$

par exemple, se fait aussi d'une manière avantageuse au moyen des sinus

de l'ordre $m-1$. Soit, en général, l'équation

$$(2)\qquad \frac{d^{mn}y}{dx^{mn}}+a_1\frac{d^{m(n-1)}y}{dx^{m(n-1)}}+\ldots+a_{n-1}\frac{d^m y}{dx^m}+a_n y=X,$$

où $a_1, \ldots, a_n$ sont des constantes. Posons

$$(3)\qquad \frac{d^{m(n-1)}y}{dx^{m(n-1)}}+p_1\frac{d^{m(n-2)}y}{dx^{m(n-2)}}+\ldots+p_{n-2}\frac{d^m y}{dx^m}+p_{n-1}y=z,$$

d'où

$$\frac{d^{mn}y}{dx^{mn}}+\ldots+p_{n-1}\frac{d^m y}{dx^m}=\frac{d^m z}{dx^m},$$

et éliminons les dérivées mn, $m(n-1)$ de l'équation proposée (2), nous aurons

$$\begin{aligned}\frac{d^m z}{dx^m}+(a_1-p_1)z-X&=[p_1(a_1-p_1)-(a_2-p_2)]\frac{d^{m(n-2)}y}{dx^{m(n-2)}}\\&+[p_2(a_1-p_1)-(a_3-p_3)]\frac{d^{m(n-3)}y}{dx^{m(n-3)}}+\ldots\\&+[p_{n-2}(a_1-p_1)-(a_{n-1}-p_{n-1})]\frac{d^m y}{dx^m}+[p_{n-1}(a_1-p_1)-a_n]y.\end{aligned}$$

En égalant à zéro les coefficients des dérivées de y, nous obtenons

$$(4)\qquad \left\{\begin{array}{l}\left(u=\dfrac{1}{p_1-a_1}\right),\\ 1+a_1u+a_2u^2+\ldots+a_nu^n=0,\\ -p_{n-1}=a_nu,\\ -p_{n-2}=a_{n-1}u+a_nu^2,\\ -p_{n-3}=a_{n-2}u+a_{n-1}u^2+a_nu^3,\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ -p_2\;=a_3u+a_4u^2+a_5u^3+\ldots+a_nu^{n-2},\end{array}\right.$$

$$(5)\qquad \frac{d^m z}{dx^m}+(a_1-p_1)z=X.$$

» Ainsi, au lieu de l'équation (2) nous avons les équations (3) et (5) dont les coefficients sont déterminés par les expressions (4). Dans le cas de $n=2$, l'équation (2) se transforme en (1) et les expressions (5), (3), moyennant les relations (4), deviennent

$$(6)\qquad \frac{d^m z}{dx^m}+\frac{a_1+\sqrt{a_1^2-4a_2}}{2}z=X,\quad \frac{d^m y}{dx^m}+\frac{a_1-\sqrt{a_1^2-4a_2}}{2}y=z,$$

$$(7)\qquad \frac{d^m z}{dx^m}+\frac{a_1-\sqrt{a_1^2-4a_2}}{2}z=X,\quad \frac{d^m y}{dx^m}+\frac{a_1+\sqrt{a_1^2-4a_2}}{2}y=z.$$

Écrivons

$$(8)\qquad \frac{a_1+\sqrt{a_1-4a_2}}{2}=\pm r_1^m,\quad \frac{a_1-\sqrt{a_1^2-4a_2}}{2}=\pm r_2^m;$$

nous aurons, pour solutions de l'équation (1),

$$(9)\qquad \left\{\begin{aligned} z&=\frac{1}{\alpha^{m-1}}\sum_{\lambda=0}^{\lambda=m-1}\varphi_\lambda(\alpha x)\int X\,\varphi_{m-1-\lambda}(-\alpha x)\,dx,\\ y&=\frac{1}{\beta^{m-1}}\sum_{\lambda=0}^{\lambda=m-1}\varphi_\lambda(\beta x)\int z\,\varphi_{m-1-\lambda}(-\beta x)\,dx.\end{aligned}\right.\qquad \left\{\begin{aligned}&\alpha=r_1,\quad \beta=r\\ &\text{ou}\\ &\alpha=r_2,\quad \beta=r_1\ (^1).\ \text{»}\end{aligned}\right.$$

PHYSIQUE. — *Des vibrations à la surface des liquides.* Mémoire de M. **F. Lechat**, présenté par M. Desains. (Extrait par l'auteur.)

« Dans la séance du 4 août dernier, j'ai annoncé à l'Académie les résultats d'un travail que j'ai entrepris sur les vibrations à la surface des liquides. Dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, j'ai fait une courte analyse de ce travail et indiqué les conclusions que je croyais devoir en tirer. Mes expériences n'avaient porté que sur des vases de forme carrée. Depuis, j'ai examiné ce qui se passe dans les vases de forme rectangulaire, et j'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire comprenant tout ce que j'ai fait sur les vases rectangulaires en général. Ce Mémoire est composé de deux Parties.

» Dans la première Partie, en partant des équations générales des petits mouvements dans les liquides, j'ai établi la théorie mathématique des mouvements vibratoires à la surface. On admet, avec Lagrange et avec Poisson, que la pesanteur est la seule force extérieure qui sollicite les molécules liquides et que les molécules de la surface libre y restent constamment pendant le mouvement, et l'on arrive ainsi à poser les conditions pour qu'un liquide soit animé à la surface de mouvements périodiques ayant partout la même période et à écrire les équations générales des lignes nodales et des lignes ventrales pour le cas des vases de forme rectangulaire. Je discute ces équations et je construis les lignes nodales et les lignes ventrales dans un grand nombre de cas particuliers.

» Dans la seconde Partie, je me suis proposé d'étudier le phénomène expérimentalement, et j'ai déterminé le mouvement vibratoire du liquide

(1) Il reste à examiner le cas où α et β seraient imaginaires. Y. V.

en agissant directement sur ce liquide en un point de la surface et en produisant en ce point un mouvement périodique. La disposition que j'emploie est analogue à la pièce principale de l'interrupteur électrique de Léon Foucault. Elle me permet de faire varier, dans des limites très étendues, la durée de la période et de déterminer cette durée. En plaçant le liquide dans des vases à parois épaisses, on peut admettre que le vase et son support ne participent pas sensiblement au mouvement. Pour certaines valeurs de la période, on obtient ainsi, à la surface du liquide, des divisions parfaitement fines. C'est qu'alors le liquide est animé d'un mouvement vibratoire régulier.

» L'étude de l'état de la surface, la reconnaissance de la position des lignes nodales et des lignes ventrales se font par un procédé optique très simple. Un faisceau de lumière parallèle ou légèrement conique tombant sur la surface liquide est réfléchi par cette surface et reçu à une petite distance sur un écran blanc. Lorsque le mouvement à la surface est régulier, on voit se produire sur l'écran une figure composée de points très brillants, de lignes éclairées et d'espaces relativement obscurs. Les points brillants correspondent aux ventres de vibration, les lignes éclairées aux lignes ventrales et les lignes les plus obscures aux lignes nodales. J'ai dessiné trois de ces figures, qui donnent une idée du phénomène.

» Ayant ainsi un moyen de connaître la forme de la surface en mouvement, j'ai cherché comment la durée de la période varie avec la profondeur du liquide, les dimensions du vase et la forme de la surface. Les résultats généraux de ces expériences sont compris dans les conclusions suivantes :

» I. Les figures de la surface liquide en vibration sont exactement celles que donne la théorie mathématique. Il y a donc, sous ce rapport, accord complet entre la théorie et l'expérience.

» II. La supposition de Lagrange, d'après laquelle, au delà d'une profondeur très faible du liquide, l'influence de la profondeur serait nulle sur les mouvements à la surface, est inadmissible.

» III. L'influence de la profondeur du liquide sur les vibrations à la surface est, au contraire, complètement d'accord avec la théorie, dans laquelle on ne fait aucune supposition sur la valeur de cette profondeur.

» IV. Dans la théorie mathématique, l'expression du coefficient γ du temps est

$$\gamma = \sqrt{\frac{e^{qh} - e^{-qh}}{e^{qh} + e^{-qh}} gq};$$

es expériences m'ont conduit, pour représenter γ, à la formule empirique

$$\gamma = \left(0,0708\, q + \frac{b\pi}{15}\right) \sqrt{\frac{e^{qh} - e^{-qh}}{e^{qh} + e^{-qh}}}.$$

Dans ces expressions, q est un nombre qui est lié à la forme de la surface et aux dimensions du vase, h la profondeur du liquide, et b un coefficient à peu près constant. Les deux valeurs de γ sont incompatibles.

» Or, la forme théorique de γ a été obtenue en faisant deux suppositions : la première consiste à admettre que le liquide n'est soumis qu'à l'action de la pesanteur; la deuxième, à admettre que toute molécule de la surface libre y reste pendant le mouvement. Il y aurait donc lieu d'examiner si, avec la pesanteur, il ne faudrait pas considérer d'autres forces agissant sur le liquide. Autrement, la seconde supposition serait inadmissible. »

ACOUSTIQUE. — *Relation entre les modes majeur et mineur dans la gamme accordée suivant le tempérament égal.* Note de M. **F. Ricard**, présentée par M. Cornu.

« La gamme en tempérament égal qui est propre à rendre les diversités de modulation auxquelles la Musique moderne doit ses principaux effets pourrait bien avoir une valeur doctrinale qui serait la raison de sa grande commodité pratique. Pour saisir la relation constitutive de l'effet musical, j'imaginai de soustraire les formes de cette relation à toute idée musicale préconçue, et je réalisai la neutralité du clavier en le composant de touches en répartition régulièrement alterne sur deux rangées et la neutralité de l'écriture en en faisant l'image stricte du clavier avec le moins de convention.

» Toutes les conventions de cette forme nouvelle de la Musique sont contenues dans les deux formules O = un = Λ et **OO** = trois, où l'on trouve explicitement que les relations des touches transverses sur le clavier sont transverses dans l'écriture; que, deux signes tangents et d'aspect différent étant en distance trois (demi-tons tempérés), les touches des deux rangées ont des signes d'aspect différent, d'où deux signes d'aspect différent pour des distances impaires, et que les distances ont pour unité le tiers du diamètre. La durée unité sonore a pour unité d'image un rond,

et la durée unité silencieuse deux petits traits en situation angulaire; les diverses quantités de durée exprimées en unités de durée sont figurées par de semblables quantités en unités de forme.

» Sur ce clavier neutre, l'exécution de la gamme est plus facile que sur les claviers à intention de gamme; une gamme majeure s'y fait partout de la même manière, avec la même figure : trois touches consécutives sur une rangée, suivies sans interruption par quatre touches consécutives sur l'autre rangée. La position des touches est repérée sur des lignes; il suffit de mettre les trois touches d'une rangée de la gamme en situation centrale sur une ligne de repère, pour que les quatre de l'autre rangée soient en situation centrale sur l'interligne, et réciproquement.

» Même sur les claviers usuels, la gamme en *ut*, se montre une symétrie sur *ré* et sur *sol** ou le joint entre *sol* et *la*, en sorte que, si l'on inverse un air sur ces termes, on a deux effets dus à deux expressions en mêmes quantités, en situation inverse. Dans l'écriture neutre, avec le clavier neutre, il suffit de renverser le papier où l'air est écrit et de l'exécuter tel qu'il se présente, pour s'assurer par l'effet du même titre d'ordre, et par conséquent d'effet musical entre les deux airs direct et inverse.

» L'accompagnement étant inversé, comme le chant, les accords majeurs O **OO** deviennent mineurs **OO** O, d'où l'inversion change le mode. De là il est facile de reconnaître que la gamme n'a pas de commencement ni de fin, que c'est un lieu indifférent au mouvement et que toute quantité de mouvement a un autre mode de la même quantité, et si un mode a un effet bien connu et bien déterminé, nommé *majeur*, l'autre mode de la même constitution est celui de l'effet *mineur*.

» Il suffit de renverser deux airs bien caractérisés pour s'en assurer. Nous donnons comme exemples deux airs bien connus, un majeur, « *J'ai du bon tabac* », et pour mineur le *lamento* populaire sur lequel on a mis les paroles d'un cantique de la Passion « *Au sang qu'un Dieu va répandre* ». Les effets des airs renversés sont bien propres à rectifier bien des préjugés.

» Le demi-ton porte à l'aigu de sensible à tonique; mais, par l'inversion de l'air, la sensible est à l'aigu. Il en est de même des mouvements de résolution de la quarte et de la quinte : l'une est l'inverse de l'autre. Mais il n'y a pas de raison pour que l'air finisse à l'aigu de la quarte *sol-do*^{1} plutôt qu'au grave de la quarte *do*^{1}*-sol*, comme on trouve par l'inversion d'un air usité.

» Nous donnons ces deux airs dans une écriture analogue à celle de

Chevé, dans laquelle les signes des notes à situation inverse sont représentés par des inversions de caractères d'imprimerie :

C (*si*), Ɑ (*do*), A (*ré*) , D (*mi*), Ɔ (*fa*),
B (*la*), V (*sol**), ꓭ (*sol*).

Lamento.

DA | Ɑ D AƑ | C7 | 5 | ƑC | B Ɑ DD | AƑ C↓
↑A AD | DƆ D D | AƑ | ↑ 7B | VBCƑ B | C D

J'ai du bon tabac.

ꓭBꓭƆ | D AD Ɔ ꓭ | A7 | 4 | ƑADƑ | A AD Ɔ Ɔ | D D↓
↑7A | D Ɔ DA D | Ɔꓭ ꓭ | ↑ 7Ƒ | ꓭ Ɔ DA A | ƑDAƑ

» Il suffit de suivre cette écriture dans une glace ou derrière la feuille par transparence pour lire ces airs inversés.

» Le plus grand enseignement par l'inversion est qu'il n'y a qu'une relation de gamme, la gamme dite *majeure*, et que l'augmentation de la quinte *sol*, rendu *sol** pour l'effet de mineur, n'a aucune influence sur cet effet, puisque, *sol** étant sur l'axe de symétrie comme *ré*, ces deux termes ne changent pas par l'inversion ; mais l'effet de mode change l'air composé : mineur devient majeur par l'inversion du papier, malgré la persistance du *sol**.

» L'inversion révèle une résolution harmonique nouvelle du plus puissant effet puisqu'elle est l'inverse du plus musical des effets, le passage de l'accord de septième de dominante à l'accord parfait majeur. Voici l'image de ces deux états successifs :

fa sol si ↓ OO O ↓ *ɘi ɒl ɒʇ*
mi sol do OO O *ob ɒl im*

Renversez le papier : on a

» La première fois que je signalai ce fait à M. Cornu, il attira mon attention sur l'emploi, trouvé extraordinaire par les musiciens, de cet accord de septième de sensible dès le début de la marche nuptiale du *Songe d'une nuit d'été*. On peut bien débuter par un accord de septième de dominante

pour une résolution majeure. J'ai transcrit ce passage remarquable, dont toute l'étrangeté s'évanouit en renversant le papier : l'inversion montre la relation la plus usuelle, un accord de septième de dominante se résolvant sur l'accord parfait de tonique.

» Cette nouvelle doctrine de la Musique est traitée comme application d'un système de Philosophie pratique dans un Volume en cours d'impression, MUSIQUE ET SENS COMMUN, *ou Philosophie des sentiments et des actes, et Musique doctrine et pratique.* Tous les effets de Musique sont tirés des seules propriétés du cercle à cause de la périodicité de l'octave. »

M. **Cornu**, en présentant cette Note, sans partager toutefois les idées de l'auteur sur la constitution des échelles musicales, croit devoir attirer l'attention des acousticiens sur la curieuse inversion remarquée par M. Ricard et la transformation des mélodies majeures en mélodies mineures. Cette remarque est d'ailleurs indépendante de la considération du tempérament égal ; mais elle paraît devoir jeter quelque lumière sur les questions encore si obscures relatives à l'interprétation des modes majeur et mineur, ou tout au moins sur la direction à donner à ces recherches.

ÉLECTRICITÉ. — *Pile voltaïque énergique et constante, fournissant des résidus susceptibles d'être régénérés par électrolyse.* Note de M. E. **Reynier**, présentée par M. Th. du Moncel.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une pile hydro-électrique comparable, comme énergie, aux couples à acide nitrique, dont elle n'a pas les inconvénients.

» Le zinc de cette pile plonge dans une solution de soude caustique ; l'électrode négative, qui est en cuivre, est dépolarisée par une dissolution de sulfate de cuivre, séparée de la liqueur alcaline par une cloison perméable. Le couple ainsi constitué est constant ; sa force électromotrice est assez élevée : $1^{\text{volt}},3$ à $1^{\text{volt}},5$, selon la concentration des liqueurs.

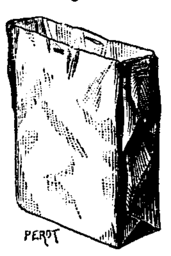
» Les solutions de soude et de sulfate de cuivre ont une conductibilité médiocre ; j'ai diminué leur résistance par l'addition de sels convenablement choisis. D'autre part, j'ai notablement réduit la résistance de la cloison poreuse en adoptant, pour sa fabrication, le papier parcheminé, déjà utilisé dans le même but par M. F. Carré (1). Je superpose plusieurs feuilles de ce

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 612.

papier pour modérer sa perméabilité, et je fais mes vases poreux en forme de prisme rectangulaire aplati, afin de pouvoir donner aux électrodes des surfaces efficaces relativement grandes.

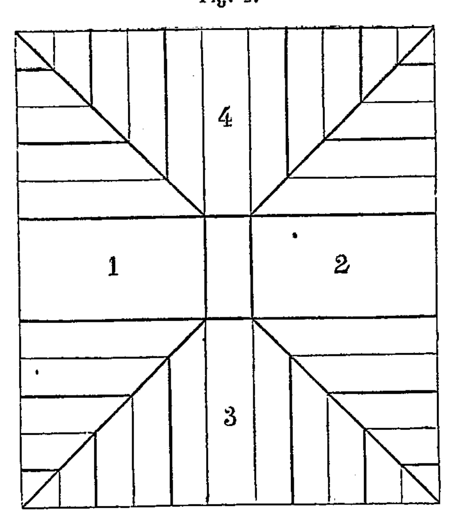
» Ces vases prismatiques (*fig.* 1) sont obtenus avec des feuilles planes

Fig. 1.



dont on relève les bords, sans collage ni couture, au moyen de plis déterminés géométriquement. La *fig.* 2 montre un vase développé et étalé sur le

Fig. 2.



plan de sa base, les plis creux étant indiqués par des traits forts, et les plis saillants par des traits fins.

» Je passe sur d'autres détails moins importants de la construction de la pile, pour arriver à l'exposé des résultats qu'elle fournit.

» La force électromotrice initiale du couple zinc ordinaire et cuivre, monté avec mes liqueurs, est $1^{volt},47$; elle descend jusqu'à $1^{volt},35$ après une longue fermeture en court circuit. La résistance est $0^{ohm},075$ pour le modèle présenté, dont la hauteur est de $0^{m},20$ et la capacité de 3^{lit}.

» Pour déterminer le rang que cette pile occupe dans la série des couples auxquels on

pourrait la comparer, j'ai dressé la liste de ces piles, en indiquant, pour chacune d'elles, la force électromotrice E, la résistance intérieure R, et le *travail extérieur maximum* T, exprimé d'abord en kilogrammètres par seconde, valeur calculée au moyen de l'expression

$$T = \frac{E^2}{4R \times 9,81}.$$

» En divisant les valeurs en kilogrammètres par l'équivalent mécanique de la chaleur, on a obtenu les valeurs du travail en calories (gramme-degré), inscrites dans la dernière colonne du Tableau.

	Constantes.		Travail.	
Désignation des piles.	E en volts.	R en ohms.	T en kilogrammètres.	T en calories.
Pile Bunsen, modèle ordinaire rond, hauteur $0^m,20$	1,80	0,24	0,344	0,796
Pile Bunsen rectangulaire modèle Ruhmkorff, hauteur $0^m,20$	1,80	0,06	1,378	3,189
Pile Daniell modèle rond, hauteur $0^m,20$.	1,06	2,80	0,010	0,023
Pile horizontale W. Thomson (¹), électrodes de 12^{dmq}	1,06	0,20	0,143	0,331
Pile cylindrique F. Carré, hauteur $0^m,60$.	1,06	0,12	0,238	0,551
Pile Reynier, modèle rectangulaire, hauteur $0^m,20$	1,35	0,075	0,619	1,440

» On voit que mon nouveau couple rectangulaire de $0^m,20$ surpasse en énergie les plus grandes piles à sulfate de cuivre et sulfate de zinc; il est environ deux fois plus fort que le couple Bunsen rond ordinaire des laboratoires, et n'est surpassé que par le couple Bunsen rectangulaire modèle Ruhmkorff.

» Le zinc n'est pas amalgamé; néanmoins, il n'est pas attaqué en circuit ouvert par la liqueur alcaline qui le baigne; par conséquent, le poids du zinc consommé est en parfait accord avec la dépense théorique et peut donner la mesure de la quantité d'électricité dégagée.

» La nouvelle pile, ai-je dit, n'émet pas de produits volatils; par conséquent elle contient, après fonctionnement, toutes les substances employées, autrement combinées, mais sans perte. Il est donc possible de *régénérer* ces produits, c'est-à-dire de les ramener à peu près à l'état neuf. Il faut, pour cela, faire traverser les liquides épuisés par une quantité d'électricité peu supérieure à celle qui a été dégagée par la pile, en dissolvant le cuivre déposé et déposant le zinc dissous.

» En demandant à des machines magnéto-électriques l'électricité néces-

(¹) Alf. Niaudet, *Traité de la pile électrique*, 2ᵉ édition, p. 98.

saire à la revivification, le renouvellement des liquides et des métaux de la pile est ramené à une dépense de force motrice. Économiquement produite dans l'usine de régénération à l'aide de puissantes machines, l'électricité se trouvera emmagasinée dans les liquides régénérés à l'état d'énergie disponible et transportable. Ce transport indirect de l'électricité engendrée par les machines serait, dans la plupart des cas, plus praticable et plus avantageux que la transmission directe par câbles.

» Actuellement, en n'employant que des liquides neufs, le nouveau couple offre déjà une notable économie de matière et de main-d'œuvre sur les couples à acide nitrique.

» Quant à la réalisation industrielle du procédé de régénération qui doit rendre ma pile économiquement applicable aux petits moteurs électriques et à l'éclairage privé, elle est encore retardée par certaines difficultés d'ordre pratique qui ne me paraissent pas insurmontables. »

M. Edm. Becquerel, à l'occasion de la Note précédente, dit que les éléments proposés par M. Reynier ne constituent pas une pile nouvelle; il rappelle que M. Becquerel père a employé fréquemment le papier parchemin comme diaphragme d'appareil voltaïque et a fait également usage de l'action de dissolutions alcalines (potasse ou soude) sur le zinc, dans des tubes en U et dans les couples servant à ses recherches, en faisant observer que la force électromotrice due à l'action exercée sur le zinc par les dissolutions alcalines s'ajoutait à celle qui résulte, dans chaque couple à deux liquides, de l'action des dissolutions l'une sur l'autre.

On peut se reporter, du reste, aux observations déjà présentées par M. Edm. Becquerel à l'occasion de la Communication de M. Carré citée dans la Note précédente (¹), ainsi qu'aux Ouvrages de MM. Becquerel.

MAGNÉTISME. — *Sur les effets mécaniques produits dans un noyau magnétique soumis à l'action aimantante d'un courant électrique*. Note de M. **Ader**, présentée par M. Th. du Moncel.

« J'ai soumis à l'Académie, dans sa séance du 17 mars 1879, un certain nombre d'expériences qui m'avaient conduit à combiner un récepteur téléphonique sans diaphragme, composé seulement d'un fil de

(¹) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 615.

fer soudé entre deux masses métalliques inertes et entouré d'une hélice magnétisante. J'attribuais, avec M. du Moncel, les sons produits dans ces conditions à des vibrations longitudinales résultant d'allongements et de raccourcissements du noyau magnétique sous l'influence des aimantations et des désaimantations. Il est vrai que M. Luvini n'avait pu les constater, mais M. Boudet de Pâris, par l'intermédiaire de son microphone, est parvenu à les révéler. J'ai voulu toutefois, pour me rendre compte du phénomène, arriver à les mesurer, et j'ai combiné à cet effet trois appareils qui non seulement ont fourni ces mesures, mais ont démontré ce principe important : *que tous les barreaux de nature magnétique soumis à une action mécanique de compression, de torsion ou de traction, tendent à reprendre leur disposition moléculaire primitive sous l'influence du courant qui les aimante.*

» Les appareils que j'ai employés dans mes expériences ont pour organe principal un petit électro-aimant droit dont le noyau est constitué par un fil de fer de $0^m,04$ ou $0^m,05$ de longueur, dont l'une des extrémités est taillée en biseau et sur lequel réagit un long levier qui sert à la fois d'indicateur et d'excitateur d'action mécanique. A cet effet, ce levier se termine par un index qui se meut devant une échelle graduée au devant de laquelle se trouve une loupe, et est relié au noyau magnétique d'une manière différente suivant la réaction mécanique à laquelle on veut le soumettre.

» Quand on veut étudier les effets produits sous l'influence d'une compression exercée sur le noyau de fer, on appuie l'électro-aimant verticalement sur un disque de cuivre incrusté dans la planche support, et l'on introduit une petite pièce de cuivre munie de deux coches anguleuses (placées en sens inverse) qui termine le levier indicateur du côté opposé à l'index, entre le biseau du noyau magnétique et un couteau d'acier solidement fixé sur un support. Le système constitue alors une bascule dont l'un des bras n'a que $0^m,001$ de longueur et l'autre 1^m et qui produit, par conséquent, sur le noyau magnétique formant pivot, une pression représentée par le poids du levier multiplié par 1000. Quand on veut étudier les effets produits sous l'influence de la traction, l'électro-aimant droit est fixé au haut d'un support vertical, et son noyau se recourbe à sa partie inférieure de manière à former un couteau sur lequel appuie l'une des coches anguleuses du levier indicateur précédent, et celui-ci se trouve arrêté par un second couteau qui s'enfonce dans la seconde coche. Dans ces conditions, le poids amplifié du levier tend à allonger le noyau magnétique et à exercer par conséquent un effet de traction.

» Quand, enfin, on veut étudier les effets sous l'influence de la torsion, l'électro-aimant droit est fixé horizontalement par une de ses extrémités sur un support vertical, et le levier indicateur est adapté (par le bout opposé à l'index) sur l'autre extrémité. Or voici les effets que l'on observe quand on fait passer à travers la bobine de l'électro-aimant le courant d'un élément Leclanché ou à bichromate de potasse.

» 1° Dans les deux premiers cas, il se produit deux effets distincts et n'ayant pas la même origine. En laissant le courant fermé pendant quelques instants, on voit l'index se déplacer lentement, se portant vers le haut dans le cas de la compression, se portant vers le bas dans le cas de la traction, avec un écart important dépendant de l'intensité de la pile et du temps de fermeture du courant. Cet effet est évidemment dû à la dilatation du noyau magnétique, sous l'influence de la chaleur développée par le courant, car il s'obtient avec un noyau de cuivre. En ne fermant le courant que momentanément, le levier se relève instantanément dans les deux cas et retombe aussitôt que le courant est interrompu. En même temps, un son sec peut être perçu à chaque fermeture et à chaque ouverture du courant quand on applique l'oreille contre la table qui supporte l'appareil. Or, les déplacements indiqués dans les deux cas correspondent à deux effets mécaniques diamétralement opposés, c'est-à-dire à un allongement et à un raccourcissement du noyau magnétique. Ils ne peuvent donc être dus qu'à une action ayant pour effet d'annuler l'action mécanique préventive à laquelle est soumis le noyau.

» Dans le troisième cas, c'est-à-dire dans celui de la torsion, l'index s'élève toujours au moment de la fermeture du courant et s'abaisse au moment de l'interruption, et cela d'autant plus que l'action mécanique exercée est plus forte, ce dont on peut s'assurer en faisant courir un petit poids sur le levier. Dans ce cas, les effets thermiques ne se révèlent pas, puisque le levier indicateur ne change pas de position par suite de l'allongement ou du raccourcissement du noyau magnétique. La magnétisation, dans ce cas, tend donc, comme dans les expériences de flexion de MM. Guillemin et Coulon, à détordre le fil de fer.

» Si on calcule la quantité dont se modifie la longueur du noyau magnétique sous l'influence d'une fermeture momentanée du courant, on reconnaît qu'elle est moindre de $\frac{1}{10000000}$ de mètre. Elle est la plus grande avec les effets de torsion et la moins grande avec les effets de traction. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Compas optique indépendant pour les cuirassés d'escadre*. Note de M. DE FRAYSSEIX.

« Les évolutions d'escadre sont rendues fort délicates par les erreurs que subissent les compas. Les compas d'habitacle ne peuvent, en effet, échapper à l'action des masses de fer du navire, et ce n'est qu'à partir d'une certaine hauteur qu'ils pourraient devenir indépendants.

» Depuis longtemps les navires anglais construits en fer et qui font le commerce de la Chine, ne pouvant faire régler leurs compas dans ces contrées, ont renoncé à cette opération et se servent d'un compas ordinaire élevé sur l'arrière à une certaine hauteur au moyen d'un grand trépied. Le timonier s'y rend par une échelle et donne à la barre des comparaisons qui permettent de se servir des compas d'habitacle. Ce moyen de comparaison, très suffisant quand on ne doit l'employer qu'une fois ou deux par jour, est impraticable dans une escadre en évolution, quand la route change à chaque instant. J'ai cherché à remplacer l'échelle.

» Le problème à résoudre est donc celui-ci : « *Étant donné un compas de route placé au-dessus du pont à la hauteur voulue pour qu'il devienne insensible à l'action du navire, trouver le moyen d'avoir constamment devant les yeux, à portée de la barre, les mouvements de ce compas indépendant.*

» L'électricité peut facilement transmettre les mouvements de la rose indépendante à une autre rose située dans l'habitacle, mais elle peut aussi avoir le danger de troubler l'action de la Terre sur la rose aimantée et de ne plus transmettre que des caps erronés.

» L'Optique élémentaire semble fournir la solution du problème.

» On sait que, si l'on place sur l'axe d'une lentille convergente, au double de sa distance focale principale, un objet éclairé, son image renversée se reproduira nettement et en vraie grandeur de l'autre côté de la lentille, sur un écran blanc placé sur l'axe au double de la distance focale.

» Cela posé, on suspendra à l'extrémité de trois tiges rigides en cuivre, de 6^{m} environ, et directement au-dessus de la barre, une boîte contenant une rose aimantée, dont toute la graduation sera écrite en lettres renversées et en sens inverse de ses pôles, le nord inscrit à la pointe sud, l'est au rhumb ouest, et inversement, afin que l'image se trouve redressée.

» La boîte sera cylindrique dans sa partie supérieure, tronconique dans sa moitié inférieure, pour que la face graduée de la rose soit vue de tous

les environs du pont et éclairée par la mer comme par en dessus par le ciel. Du centre de la glace inférieure s'élèvera une aiguille supportant la rose, et du centre de la glace supérieure descendra un godet renversé assez rapproché de l'agate pour que la rose ne puisse être lancée au-dessus de l'aiguille. La rose pourra donc suivre tous les mouvements du roulis; ses plus fortes inclinaisons ne donneront jamais à son image que des déformations elliptiques insignifiantes et qui ne modifieront pas sa position sur le plan de réflexion par rapport à la ligne de foi.

» La nuit, la boîte sera munie d'une bonne lampe avec abat-jour et recouverte d'une lanterne qui la tienne à l'abri du vent.

» A mi-hauteur, entre les tiges, est fixée une lentille de $1^m,50$ de foyer au sommet d'un cornet de 3^m de hauteur, qui sert de chambre noire et qui est fermé à sa base par une glace dépolie bien centrée, portant une ligne de foi diamétrale et servant à récevoir l'image de la rose.

» Cette image se meut comme la rose elle-même; son axe passe par l'axe de la lentille et par l'agate de la rose, quelle que soit l'inclinaison des tiges et de la chambre obscure. L'image sera vue soit par dessous par une manche d'étoffe, soit par dessus par le côté du cornet ouvert à cet effet et muni de plusieurs manches.

» Les manipulateurs de la barre étant superposés, rien n'est plus simple que de transmettre cette première image par une seconde lentille sur une rose disposée près du manipulateur de la batterie basse ou du faux pont; elle est encore suffisamment claire pour permettre de gouverner là même où aucun compas ne saurait être employé.

» A bord du vaisseau amiral *le Colbert*, le manipulateur de la passerelle est élevé de 15^m au-dessus de la mer; en y ajoutant les 6^m de hauteur de la colonne du compas optique, on arrive à placer le compas indépendant à 21^m, ce qui lui assure un fonctionnement aussi parfait que possible. »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermique des polysulfures alcalins.* Note de M. **P. Sabatier**, présentée par M. Berthelot.

« Lorsqu'on attaque un polysulfure alcalin par l'acide chlorhydrique étendu, il peut se former une certaine dose de persulfure d'hydrogène. Ainsi que je le montrerai dans une Communication prochaine, cette production absorbe de la chaleur. Pour l'éviter, j'ai détruit les polysulfures alcalins par l'acide chlorhydrique en excès, en présence d'un excès d'iode

dissous dans l'iodure de potassium. Le poids d'iode disparu dans la réaction correspond exactement à l'acide sulfhydrique dégagé par le sulfure. J'ai tenu compte de la chaleur spécifique de la dissolution d'iode, ainsi que de la chaleur absorbée dans sa formation. Le soufre qui se dépose est pulvérulent, rougeâtre, partiellement soluble dans le sulfure de carbone.

» I. *Polysulfures de potassium.* — J'ai étudié spécialement le tétrasulfure, que l'on peut obtenir cristallisé, d'après Schœne.

» Dans une solution concentrée de monosulfure, on dissout $3^{éq}$ de soufre; la liqueur, évaporée dans le vide, donne de gros cristaux rouges, déliquescents, $KS^4, 2HO$:

	Trouvé.	Calculé.
K	32,0	32,2
S (de HS)	12,6	13,2
S excédant	38,2	39,6

J'ai mesuré sa chaleur de dissolution dans l'eau. Dix expériences ont donné, pour $1^{éq}$ de sulfure dissous dans 250 H^2O^2 au moins, à 12°, des valeurs comprises entre $-3^{Cal},93$ et $-3^{Cal},60$; la moyenne est $-3^{Cal},75$.

» Ces cristaux s'effleurissent dans le vide sec et laissent une substance jaune vif qui répond à la formule $KS^4, \frac{1}{2}HO$:

	Trouvé.	Calculé.
K	35,9	36,2
S (de HS)	14,0	14,8
S excédant	44,7	44,6

Deux expériences ont donné, pour $1^{éq}$ de sulfure dissous dans 100 parties d'eau à 11°,3: $-1^{Cal},17$, $-1^{Cal},07$; moyenne, $-1^{Cal},12$.

» Le sulfure effleuri $KS^4, \frac{1}{2}HO$, chauffé dans une atmosphère d'hydrogène, se déshydrate au-dessous du rouge sombre et fournit une substance fondue, rouge, translucide, qui est formée par du sulfure anhydre KS^4, souillé par un peu de sulfate provenant d'une légère oxydation :

	Trouvé.	Calculé.
K	37,7	37,86
S (de HS)	15,6	15,53
S excédant	44,3	46,6

Il se dissout dans l'eau, en dégageant à 15°,7, pour $1^{éq}$: $+0^{Cal},6$.

» La solution étendue de tétrasulfure, obtenue au moyen des précédents, a été traitée par le mélange d'acide chlorhydrique et d'iode. Quatre expériences ont donné, pour $1^{éq}$ de KS^4 dissous, à 12°,5 : $+15^{Cal},9$, $+15^{Cal},8$, $+15^{Cal},8$, $+15^{Cal},85$; moyenne, $+15^{Cal},85$.

» Ces résultats conduisent à quelques conséquences thermiques importantes :

1° Chaleur de formation à partir des éléments.

	Cal
$K + S^4$ solide $= KS^4$ dissous dégage	$+58,9$
$K + S^4$ solide $= KS^4$ anhydre	$+58,3$

2° Chaleur de formation à partir du monosulfure.

	Cal
KS dissous $+ S^3$ solide $= KS^4$ dissous	$+ 2,6$
KS anhydre $+ S^3$ solide $= KS^4$ anhydre	$+ 6,2$

3° Chaleur d'hydratation.

	Cal
KS^4 anh. $+ \frac{1}{2}HO = KS^4, \frac{1}{2}HO$ (eau solide)	$+ 1,33$
KS^4 anh. $+ 2HO = KS^4, 2HO$	$+ 2,88$
$KS^4, \frac{1}{2}HO + \frac{3}{2}HO = KS^4, 2HO$	$+ 1,55$

» II. *Polysulfures de sodium.* — J'ai préparé un polysulfure anhydre en chauffant au-dessous du rouge sombre, dans une atmosphère d'hydrogène, un mélange de sulfure de sodium effleuri $2NaS, 9HO$ avec un excès de soufre ; la matière obtenue, rouge, translucide, est voisine de NaS^4, quoique contenant un léger excès de soufre :

	Trouvé.	Calculé.
Na	25,6	26,4
S (de HS)	16,9	18,3
S excédant	55,3	55,1

Deux expériences ont donné, pour $1^{éq}$ dissous dans $600 H^2O^2$ à $16°,5$: $+ 4^{Cal},9$.

» N'ayant pu obtenir assez pur le tétrasulfure cristallisé décrit par Schœne, j'ai préparé les solutions des divers polysulfures, en dissolvant du soufre dans une liqueur concentrée de sulfure neutre. Je n'ai jamais pu dissoudre plus de $3^{éq},6$ de soufre. En ajoutant au liquide obtenu des quantités convenables de monosulfure et d'eau, on a facilement des dissolutions étendues qui contiennent NaS^2, NaS^3, NaS^4.

» Quand on mélange dans le calorimètre deux liqueurs diluées de monosulfure et de tétrasulfure, on ne constate aucun effet thermique sensible, quelles que soient les proportions employées. Il faut en conclure que, dans les solutions étendues, les équivalents successifs de soufre sont dissous sensiblement avec la même quantité de chaleur. C'est ce que vérifie d'ailleurs l'étude directe.

» Les dissolutions de polysulfures ont été traitées par le mélange d'acide chlorhydrique et d'iode; la chaleur dégagée a été, pour $1^{éq}$ à 12° :

					Moyenne.
	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal
Pour NaS^2......	+ 18,0	+ 17,9	+ 17,9	+ 18,0	+ 17,95
» NaS^3......	+ 17,0	+ 17,0	»	»	+ 17,0
» NaS^4......	+ 16,2	+ 16,1	+ 15,8	»	+ 16,1

» On en déduit divers résultats thermiques :

1° *Chaleur de formation à partir des éléments.*

	Cal
Na + S^4 solide = NaS^4 dissous dégage..........	+ 54,1
Na + S^3 solide = NaS^3 dissous..................	+ 53,2
Na + S^2 solide = NaS^2 dissous..................	+ 52,3
Na + S^4 solide = NaS^4 anhydre..................	+ 49,2

2° *Chaleur de formation à partir du monosulfure.*

	Cal
NaS anhydre + S^3 solide = NaS^4 anhydre..........	+ 5,1
NaS dissous + S^3 solide = NaS^4 dissous..........	+ 2,5
NaS dissous + S^2 solide = NaS^3 dissous..........	+ 1,6
NaS dissous + S solide = NaS^2 dissous..........	+ 0,7

» Ainsi, les équivalents successifs de soufre se dissolvent dans le sulfure de sodium étendu, en dégageant environ $+ 0^{Cal},8$ pour $1^{éq}$, quantité d'ailleurs assez petite, et cette valeur est la même pour les tétrasulfures de potassium et de sodium (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation de l'amylène et du valérylène en cymène et en carbures benzéniques.* Note de M. G. **Bouchardat**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai précédemment montré que le valérylène obtenu avec l'alcool amylique de fermentation, et l'isoprène obtenu par la distillation du caoutchouc, carbures de la formule $C^{10}H^8$, pouvaient être facilement transformés en carbures polymères par l'action d'une température de 250°, maintenue pendant quelques heures. Parmi ces polymères, les plus importants sont les carbures $C^{20}H^{16} = 2C^{10}H^8$, qui se rapprochent de l'isotérébenthène ou essence de térébenthine modifiée par la chaleur, principalement par la pro-

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

priété de former des dichlorhydrates $C^{20}H^{16}2HCl$, isomériques entre eux et avec le dichlorhydrate de terpilène.

» Depuis, j'ai réussi à transformer le carbure $C^{20}H^{16}$, divalérylène polymère du valérylène, en cymène et en sulfocyménate de baryte. J'ai obtenu ainsi synthétiquement des composés que l'on considère comme des dérivés immédiats de la benzine, en partant de l'alcool amylique. Les quantités de cymène et de sulfocyménate de baryte que j'ai préparées en partant de ce carbure particulier $C^{20}H^{16}$ sont comparables à celles que j'ai pu obtenir en appliquant les mêmes méthodes à des poids égaux d'essence de térébenthine. Ces recherches font l'objet de cette Note.

» Pour partir d'un produit d'origine parfaitement définie, j'ai préparé d'abord l'amylène provenant de 8kg d'alcool amylique pur bouillant à point fixe, en faisant tomber l'alcool sur du chlorure de zinc fondu. J'ai constaté ainsi: 1° que l'amylène (triméthyléthylène?), produit principal de la réaction, renferme toujours de l'hydrure $C^{10}H^{12}$, bouillant à 32°, en proportion variable suivant les préparations et pouvant atteindre le tiers du poids de l'amylène; 2° que les produits très volatils, et particulièrement ceux passant aux environs de 20° à 25°, ne sont pas constitués par un amylène isomérique du premier, mais doivent leur volatilité plus grande à de notables proportions d'éthylène, de propylène et de butylène dissous que j'ai pu isoler et reconnaître à l'état de bibromures. La presque totalité de l'amylène, rectifiée cinq fois à l'appareil à boules, passe à la distillation à + 42°, point d'ébullition indiqué par M. Kékulé.

» Cet amylène a été transformé en bromure $C^{10}H^{10}Br^2$, puis en amylène bromé et en valérylène de M. Reboul. Chacun de ces trois produits, amylène, bromure d'amylène et amylène bromé, a été soigneusement rectifié de façon à éliminer toute impureté à chaque phase de la préparation. Ces rectifications, longues et pénibles, sont indispensables pour éliminer les produits accessoires qui, s'accumulant, masqueraient totalement les propriétés du produit final.

» Le valérylène brut, bouillant de 45° à 50°, a été enfin transformé en polymères par l'action de la chaleur, comme je l'ai indiqué précédemment. Un quart environ du produit brut échappe à l'action de la chaleur et est formé non par du valérylène, mais par un amylène particulier qui s'est régénéré sous l'action de la potasse alcoolique à 175°. Les portions du carbure polymérisé bouillant de 170° à 190°, et qui sont formées principalement de divalérylène, ont été dissoutes dans le double de leur volume de sulfure de carbone, et additionnées de la quantité de brome, également

dissoute dans le sulfure de carbone, correspondant à $2^{éq}$ pour $1^{éq}$ de carbure $C^{20}H^{16}$. Le produit bromé, après expulsion du dissolvant, a été détruit d'abord par la chaleur, puis, pour terminer, par de la potasse alcoolique.

» Le produit rectifié provenant de cette série d'actions et recueilli de 170° à 190° a été agité à froid avec son volume environ d'acide sulfurique ordinaire, pour détruire et résinifier le reste des carbures $C^{20}H^{16}$ qui aurait pu échapper à l'action du brome. Par la distillation des parties ayant résisté à l'acide sulfurique ordinaire, on a obtenu un carbure d'hydrogène bouillant de 170° à 185° et qui possède les propriétés physiques principales du cymène $C^{20}H^{14}$. Ce produit a été additionné d'acide sulfurique fumant, en ayant soin de refroidir la masse. Il s'y est dissous entièrement en donnant des acides sulfoconjugués, dont les sels de baryte sont solubles dans l'eau et ont pu être ainsi séparés de l'excès de sulfate.

» La masse saline est formée par deux sels de baryte différents, que j'ai pu séparer assez facilement, leur solubilité étant notablement différente à chaud et à froid. Le premier, beaucoup plus soluble à chaud qu'à froid dans l'eau, se sépare par le refroidissement des dissolutions bouillantes. Ce n'est autre chose que le sulfocyménate de baryte ordinaire, celui que l'on obtient en partant soit du camphre, soit de l'essence de térébenthine. Purifié par trois cristallisations, il se présente sous forme de paillettes nacrées caractéristiques, modérément solubles dans l'eau froide et présentant la composition voulue : eau de cristallisation, 8,86; baryum, 22,1 pour le sel cristallisé; baryum, 23,9 pour le sel desséché.

» La formule de ce sel est donc $C^{20}H^{13}BaS^2O^6 + 3HO$. Les autres propriétés de ce sel l'identifient avec le sulfocyménate de baryte.

» Le second sel de baryte, moins soluble encore à froid que le sulfocyménate, possède presque la même solubilité à chaud. Il se dépose dans les solutions chaudes sous forme de petits mamelons, et on peut en séparer la majeure partie en décantant à chaud le liquide supérieur, riche en sulfocyménate. On le purifie facilement par plusieurs cristallisations. Ce sel est anhydre ; il ne perd pas d'eau, même lorsqu'il est maintenu pendant dix heures à la température de 160°. Il ne cristallise jamais qu'en très petits cristaux, assez durs et mamelonnés.

» Il a donné à l'analyse les nombres suivants :

Baryum	25,7 à 25,4
Soufre	11,5

Cette teneur en baryum et en soufre correspond exactement à celle du sel

anhydre de baryum de l'acide sulfoconjugué du mésitylène $C^{18}H^{12}$. Ses propriétés semblent être les mêmes ; cependant je n'ai pu constater l'existence de 1éq d'eau de cristallisation que l'on dit exister dans le sel dérivé du mésitylène ou triméthylbenzine.

» J'ai ainsi pu transformer l'alcool amylique de fermentation et le valérylène qui en dérive en carbures benzéniques, en cymène $C^{20}H^{14}$ par des soustractions successives d'hydrogène et en un second carbure $C^{18}H^{12}$.

» J'ai également essayé de transformer directement le diamylène $C^{20}H^{20}$ en cymène, en cherchant à enlever en deux fois 4éq d'hydrogène par l'action successive du brome et de la potasse. Je n'ai pu obtenir dans ces conditions trace de sulfocyménate de baryum. Mes expériences confirment en cela les résultats annoncés récemment par M. Tougolessoff [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éthérification de l'acide iodhydrique et de l'acide chlorhydrique.* Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai indiqué dernièrement [2] les résultats relatifs à l'éthérification de l'acide bromhydrique. L'acide iodhydrique se comporte d'une façon analogue.

1. Acide iodhydrique et alcool absolu.

	Proportion d'acide éthérifié sur 100 p. à la température ordinaire.	
	$\frac{1}{2}HI + C^4H^6O^2$ [3]	$\frac{1}{10}HI + C^4H^6O^2$
Immédiatement	33,8	0,3
Après 1 jour	53,4	6,9
» 7 »	69,1	19,9
» 78 »	71,4	»
» 404 »	71,4	59,5
» 657 »	»	61,0

» L'éthérification se fait avec une vitesse beaucoup plus grande encore que celle de l'acide bromhydrique, et la limite pour la première liqueur est presque atteinte au bout d'une semaine.

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

[2] *Comptes rendus*, même Volume, p. 1488.

[3] Dès les premiers jours, cette liqueur laisse déposer une couche d'éther iodhydrique, qui occupe finalement la moitié du volume total; les coefficients pour cette liqueur sont altérés par cette séparation.

» Je réunis dans le Tableau suivant les limites obtenues à diverses températures, limites qui ont pu être vérifiées pour la deuxième liqueur, restée homogène à toutes ces températures, par l'identité des limites obtenues dans l'éthérification directe et dans la décomposition de l'éther iodhydrique, de même que pour l'acide bromhydrique.

	Limites		
	à la température ordinaire.	à 44°.	à 100° (¹).
$\frac{1}{2}$HI + $C^4H^6O^2$	71,4	»	94,2
$\frac{1}{10}$HI + $C^4H^6O^2$	»	69,9	85,5

» On peut faire les mêmes remarques que pour l'acide bromhydrique sur la différence de ces limites avec celles des acides organiques, et sur l'accroissement de ces limites avec la température.

» On voit, en second lieu, que les limites des deux acides bromhydrique et iodhydrique sont elles-mêmes différentes. La limite pour l'acide bromhydrique est en effet, dans le cas d'une solution analogue à la deuxième, 59,9 à 44° et 80,0 à 100°.

2. Acide iodhydrique, eau et alcool.

» De même que pour l'acide bromhydrique, l'éthérification cesse à partir d'une certaine limite de dilution, limite qui s'élève avec la température.

	Coefficient d'éthérification après 657 jours à la température ordinaire.	Limites	
		à 44°.	à 100°.
$\frac{1}{2}$HI + $C^4H^6O^2$	71,4	»	94,2
» + 2HO	50,1	73,3	85,0
» + 10HO	4,7	23,6	44,9
$\frac{1}{10}$HI + $C^4H^6O^2$	61,0	69,9	85,5
» + 2HO	4,0	15,6	27,3
» + 10HO	0	4,5	9,3

» Les limites, encore, sont plus élevées que dans le cas de l'acide bromhydrique; on peut voir aussi que l'éthérification peut se produire dans des solutions contenant des proportions d'eau en présence desquelles l'acide bromhydrique ne s'éthérifie pas.

(¹) A 100°, l'éther ordinaire intervient dans l'équilibre.

3. Acide chlorhydrique et alcool absolu.

» L'acide chlorhydrique s'éthérifie beaucoup plus lentement que les deux autres hydracides, et aussi que les acides organiques (1), et je n'ai pu atteindre les limites correspondant aux températures où l'éther ne se produit pas.

	Proportion d'acide éthérifié sur 100 p. à la température ordinaire.	
	$\frac{1}{2}HCl + C^4H^6O^2$.	$\frac{1}{10}HCl + C^4H^6O^2$.
Après 1 jour	traces	traces
» 8 »	1,3	1,1
» 118 »	9,4	3,5
» 344 »	31,6	16,9
» 600 »	40,9	23,8
» 852 »	44,4	27,0

» Cette vitesse augmente rapidement avec la température, et à 100° la limite est atteinte en vingt-quatre heures par les liqueurs précédentes; elle ne serait atteinte qu'après cent vingt heures avec l'acide acétique.

4. Acide chlorhydrique, eau et alcool.

	Coefficients d'éthérification			Limites à 100°.
	à la temp. ordinaire après 719 jours.	à 44° (2) après 62 j.	après 221 j.	
$\frac{1}{2}HCl + C^4H^6O^2$	42,5	»	74,3	93,3
» $+ \frac{1}{2}HO$	28,5	»	66,8	89,1
» $+ HO$	19,6	»	58,9	86,0
» $+ 2HO$	7,9	»	45,2	79,9
» $+ 4HO$	0	»	24,3	68,2
» $+ 5HO$	0	9,4	»	62,9
» $+ 10HO$	0	2,0	»	34,4
» $+ 30HO$	0	0	»	0
$\frac{1}{10}HCl + C^4H^6O^2$	26,3	»	73,4	96,7
» $+ \frac{1}{2}HO$	0	»	24,5	83,6
» $+ HO$	0	4,6	»	70,3
» $+ 2HO$	0	2,6	»	49,1
» $+ 4HO$	0	0	»	25,5
» $+ 5HO$	0	0	»	20,3
» $+ 10HO$	0	0	»	0

(1) L'éthérification est nulle pendant la dissolution du gaz chlorhydrique, ainsi que M. Berthelot l'avait déjà reconnu par des mesures précises.

(2) A 44° ainsi qu'à 100°, la plupart de ces liquides cessent d'être homogènes.

» L'éthérification cesse encore complètement à partir d'une certaine limite de dilution, limite qui s'élève avec la température. La valeur de cette limite à la température ordinaire est intéressante. Supposons l'eau qui entre dans les mélanges précédents combinée à l'acide chlorhydrique à l'exclusion de l'alcool. Le Tableau précédent nous montre que, dans la dernière des liqueurs de la première série qui se soit éthérifiée, la dilution de l'acide correspond à la formule $\frac{1}{2}$HCl + 2HO ou HCl + 4HO; nous voyons aussi dans la deuxième série qu'un acide répondant à la formule $\frac{1}{10}$ HCl + $\frac{1}{2}$HO ou HCl + 5HO n'est pas éthérifié par l'alcool. La limite où cesse l'éthérification paraît donc comprise entre les dilutions représentées par les formules HCl + 4HO et HCl + 5HO. Or, HCl + 4HO est précisément la formule du premier hydrate de l'acide chlorhydrique, hydrate défini ainsi que l'ont montré MM. I. Pierre et Puchot en le faisant cristalliser à basse température.

» Si on élève la température, cette limite de dilution à partir de laquelle cesse l'éthérification s'accroît fort rapidement. A 44° la dernière dilution pour laquelle l'éthérification se produit dans les deux séries correspond à la formule HCl + 20HO. A 100°, elle cesse de se produire, pour une limite de dilution comprise entre HCl + 50HO et HCl + 60HO. »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Sur de la chaux anhydre cristallisée.* Note de MM. **Alb. Levallois** et **S. Meunier**.

« M. Leroy-Desclosages nous a remis, pour en faire l'étude, une substance cristalline produite aux dépens des parois du four continu où cet ingénieur distingué cuit la chaux de Champigny.

» Ce four, construit en bauxite, est pourvu à l'intérieur d'un revêtement calcaire dont les matériaux, identiques aux pierres dont la cuisson est le but de l'opération industrielle, sortent comme elles des carrières de Champigny (Seine). Chauffé à l'oxyde de carbone, le revêtement avait éprouvé l'action de 1200° C. à 1300° C. pendant une durée de vingt-huit mois consécutifs, sans autre interruption qu'une période de huit jours d'arrêt, nécessitée par des réparations et durant laquelle la température n'était pas descendue au-dessous de 700°.

» La matière soumise à notre examen est tantôt blanche, tantôt colorée en rouge, en rose ou en vert : dans ces derniers cas elle a manifestement reçu des impuretés, soit du coke, soit des briques de bauxite.

» La partie blanche est entièrement cristalline et à l'œil nu on y reconnaît de toutes parts des facettes brillantes. Elle se désagrège aisément par une faible pression et la poudre placée sous le microscope se montre complètement hyaline. Les grains qui la constituent ont pour le plus grand nombre des formes plus ou moins contournées, donnant l'idée d'une corrosion que la matière aurait éprouvée, mais on y reconnaît aussi une foule de cristaux parfaitement complets.

» Ceux-ci consistent en cubes présentant quelquefois de très petites faces modificatrices sur les angles. Leurs dimensions moyennes sont de 0^{m}, 05. Ils sont absolument inactifs sur la lumière polarisée et se distinguent par conséquent, à première vue, de quelques grains de quartz originairement renfermés dans le calcaire et qui brillent çà et là d'un très vif éclat entre les nicols croisés.

» Abandonnée à l'air, cette substance absorbe très lentement une petite quantité d'eau et d'acide carbonique ; elle est encore hyaline au microscope, mais elle agit alors énergiquement sur la lumière polarisée. Certains grains, encore intacts à l'intérieur, présentent comme une enveloppe carbonatée; parfois la transformation n'a pas fait perdre la forme cristalline et l'on a des cubes de chaux enveloppés de calcite pseudomorphe. Placée dans l'eau, la matière s'y dissout peu à peu et le liquide se recouvre au bout de quelques heures d'une mince pellicule de carbonate de chaux.

» Les acides faibles ne la dissolvent à froid que d'une manière insensible; mais il suffit d'une légère élévation de température pour que la dissolution se fasse très activement et avec production d'une quantité considérable de chaleur, sans aucun dégagement gazeux.

» Soumise à l'analyse, cette substance cristalline, dont nous nous proposons de faire une étude plus complète, a donné :

	I.	II.
Chaux	97,3	96,5
Eau hygroscopique	»	1,9
Matière insoluble (quartz)	»	0,8
		99,2

» Elle consiste donc en oxyde anhydre de calcium cristallisé, et c'est, pensons-nous, la première fois qu'on ait eu l'occasion d'observer ce composé. Sa densité est égale à 3,32.

» On peut croire qu'une manipulation analogue à celle qui s'est produite

dans le four à chaux de Champigny donnerait naissance à la magnésie ou à d'autres oxydes terreux également cristallisés. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la présence du fer dans les chutes de poussières en Sicile et en Italie.* Note de M. TACCHINI.

« Dans ma Note insérée dans le *Compte rendu* de la séance du 17 mars 1879, page 613, j'ai mentionné les particules ferrugineuses trouvées dans la poussière tombée à Palerme, Termini et Naples pendant le cyclone du 24 février 1879; j'ai fait connaître le diamètre de plusieurs de ces globules de fer, que pour la première fois on venait de reconnaître dans la poussière du sirocco en Sicile et en d'autres points de l'Italie. M. le professeur Maccagno et moi, nous avons continué ces recherches sur tous les échantillons, au nombre de 50, que j'ai recueillis depuis 1870. Nous avons toujours constaté la présence du fer météorique. M. Maccagno fit ensuite l'analyse chimique de différentes poussières; les résultats sont imprimés dans les Annales de notre Bureau central de Météorologie. Nous avons vérifié avec le spectroscope la présence du nickel et du cobalt.

» On a dessiné ce que le microscope a fait voir de plus important : les caractères microscopiques, comme l'analyse chimique, conduisent à attribuer une origine commune à ces poussières. J'ai cherché à démontrer, dans le Mémoire qui fait partie du Volume cité, que la poussière du sirocco en Sicile vient du grand désert d'Afrique; des cartes retracent les conditions atmosphériques en Europe aux différentes époques des chutes de poussières.

» Récemment, j'ai examiné avec M. Maccagno les poussières tombées en 1880 à Syracuse, Palerme, Modica, Termini, Cosenza, Girgenti et Rome; elles sont au nombre de 15. Nous y avons rencontré les mêmes caractères et la présence du fer météorique globulaire. Le même résultat a été fourni par un échantillon de poussière tombée à Rome en février 1864. On peut en conclure que le fer météorique fait toujours partie de la poussière du sirocco qui tombe en Italie, et plus fréquemment en Sicile. S'il y a eu un simple transport du désert en Italie, la poussière recueillie directement dans le désert devrait contenir du fer. Par une heureuse circonstance, M. Galli, de Velletri, a pu me donner un peu de sable du Sahara pris à 18 milles. Ce sable est grossier et ressemble à celui des dunes de Sicile; la quantité était trop petite pour permettre une analyse complète; mais, avec

quelques précautions, nous avons réussi à isoler des parcelles très fines, qui, placées sous le microscope, se présentaient sous la forme de globules noirs parfaitement comparables à ceux de la poussière du sirocco. Nous espérons pouvoir continuer cet examen sur des quantités plus considérables de sable africain; mais, dès à présent, il me semble permis de conclure l'identité entre les poussières du sirocco en Italie et le sable africain. Il y aurait une autre question à résoudre : le fer nickelé mêlé au sable du désert est-il d'origine terrestre ou cosmique ? Il faudrait une étude bien faite, une expédition convenablement organisée pour exécuter l'examen géologique complet du désert. Toutefois, il est bien clair que les pluies de sables en Italie sont des phénomènes purement terrestres, dus aux cyclones qui transportent le sable du désert plus ou moins loin; aussi le phénomène est-il plus fréquent en Sicile qu'en Italie. Notre observation relative à la présence de sphérules de fer dans la poussière du sirocco a été vérifiée par M. Silvestri à Catane.

» *P. S.* — Pendant la nuit du 9 juin 1880, par une atmosphère très claire et tranquille, j'ai déterminé le diamètre apparent de Vesta, et, avec un grossissement égal à 1000, j'ai trouvé 1″,706. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation et le développement des Gordiens.* Note de M. **A. Villot**, présentée par M. A. Milne Edwards.

« En traitant de nouveau ce sujet intéressant, qui n'a cessé de me préoccuper depuis huit ans, je me suis proposé de faire connaître quelques faits qui avaient échappé à mes premières observations et de lever les doutes que celles-ci ont laissés dans l'esprit de plusieurs naturalistes.

» Les descriptions détaillées et les figures que j'ai données de la première forme larvaire des *Gordius* ont été reconnues exactes par les observateurs qui sont venus après moi. J'ai cependant une omission à réparer. J'ai oublié de dire, dans ma monographie, que les trois stylets dont la trompe est armée sont mus par autant de muscles spéciaux. Ces trois rubans musculaires partent de la base des stylets et viennent s'insérer sur l'étranglement bien marqué qui sépare le corps de la queue. Ils déterminent les mouvements de protraction et rétraction de la trompe, qui sont complètement indépendants de ceux qu'exécute le reste de la tête. Ces derniers s'effectuent à l'aide du muscle cylindrique sous-cutané, qui fait mouvoir en même temps les couronnes de crochets.

» J'insiste sur ce fait, que la première forme larvaire des Dragonneaux diffère beaucoup de celle des Nématoïdes. Chez ces derniers, y compris les genres aberrants (*Mermis* et *Sphærularia*), l'embryon et la larve sont représentés par le type de l'Anguillule (*Rhabditis*). Or, il faudrait faire de grands efforts d'imagination pour rattacher à ce type la larve du *Gordius*. L'ordre des Gordiacés, tel qu'il a été établi par Von Siebold, ne saurait donc être conservé par les zoologistes, qui attachent aujourd'hui la plus grande importance aux caractères fournis par l'embryogénie et la morphogénie.

» La deuxième forme larvaire diffère autant de la première que celle-ci diffère de la forme sexuée. Elle est essentiellement caractérisée par la perte des stylets, la chute des crochets et la disparition des annulations.

» Les deux périodes larvaires comprennent chacune deux phases bien distinctes, celle du parasitisme et celle de la vie aquatique; mais ces deux phases ne se présentent pas chaque fois dans le même ordre. Sous sa première forme larvaire, le jeune *Gordius* passe de la vie aquatique à l'état de parasite; sous sa seconde forme larvaire, il abandonne son hôte pour retourner dans l'eau. Les deux phases du parasitisme, bien que se succédant immédiatement, diffèrent essentiellement l'une de l'autre. Tant que dure la première, le jeune ver, enfermé dans son kyste, reste immobile et ne paraît prendre aucune nourriture, aucun accroissement. Pendant la seconde, au contraire, il est libre, vit aux dépens de son hôte et se développe très rapidement.

» On a admis jusqu'ici que le passage de la première forme larvaire à la seconde est lié à une migration, à un changement d'hôte. Les observateurs qui avaient vu des larves de Dragonneau s'enkyster dans des larves d'Éphémérides supposèrent que les Dytiscides avalent ces larves enkystées avec leur proie et que les jeunes *Gordius* se développent dans la cavité viscérale de leur nouvel hôte.

» A cette hypothèse, qui est encore classique, j'en avais substitué une autre, qui me paraissait d'une application plus générale. J'ai dit que les Dragonneaux parasites des Poissons proviennent de larves préalablement enkystées chez diverses espèces de Tipules, dont les larves vivent également dans l'eau, et je fondais mon raisonnement sur cette considération que les Poissons sont, en général, très friands de ces Insectes. Les deux hypothèses se trouvent contredites par ce fait bien constaté que les deux formes larvaires des *Gordius* vivent indifféremment chez les divers hôtes indiqués. Je considère donc aujourd'hui comme très probable que les deux phases du parasitisme des Dragonneaux s'accomplissent dans un seul et même hôte.

» L'observation démontre aussi que les larves des *Gordius* ne choisissent point leur hôte. Elles s'enkystent et se développent chez les animaux les plus différents (Batraciens, Poissons, Crustacés, Arachnides, Insectes et Mollusques). Il s'en faut donc de beaucoup, quoi qu'on en ait dit, que les larves des Dragonneaux soient des parasites *propres aux Insectes*. Quant aux Poissons, ce sont bien, ainsi que je l'ai affirmé, les animaux qui hébergent ces larves le plus souvent et en plus grand nombre. Il suffit d'ouvrir quelques individus appartenant aux espèces que j'ai indiquées pour se convaincre de la réalité du fait.

» Il est non moins évident que les *hôtes normaux* des Dragonneaux sont tous des animaux exclusivement ou temporairement aquatiques. L'eau est, en effet, le milieu normal des *Gordius*. C'est dans l'eau qu'ils deviennent adultes et qu'ils se reproduisent. C'est dans l'eau que leurs larves vivent tout d'abord au sortir de l'œuf, et c'est encore dans l'eau que doit s'effectuer leur migration.

» Le parasitisme des larves des Dragonneaux chez des animaux terrestres a un caractère essentiellement anomal et exceptionnel, et il faut recourir, pour l'expliquer, à des conditions très particulières. Ces conditions sont purement physiques. Dans les pays de plaines, elles se trouvent réalisées par les inondations périodiques des grands cours d'eau et par les arrosages méthodiques auxquels on soumet, pendant toute la belle saison, les prairies naturelles ou artificielles. Dans les montagnes, et généralement sur les terrains inclinés, c'est autre chose. Ruisseaux et torrents sortent trop souvent de leur lit. Les pluies d'orages, qui sont si fréquentes dans ces régions, forment de véritables nappes d'eau qui entraînent tout sur leur passage : les terres, les végétaux et les animaux. Beaucoup d'Insectes terrestres (Carabes, Mantes, Grillons et Sauterelles) doivent périr de cette manière, et les vers qu'ils contiennent, mis en liberté, n'ont qu'à s'abandonner au courant. Aussi trouve-t-on souvent des jeunes *Gordius* dans les réservoirs très primitifs, creusés dans un tronc d'arbre, qui servent aux montagnards pour recueillir les eaux d'infiltrations.

» La fréquence des larves de Dragonneaux chez les Insectes, que l'on oppose d'ordinaire à ma manière de voir, est plus apparente que réelle. Il faut tenir compte de ce fait que les Insectes sont représentés par un grand nombre d'espèces et qu'ils sont recherchés par la plupart des naturalistes. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Acarien destructeur du Phylloxera gallicole.* Note de M. **P. Pichard**, présentée par M. Robin.

« Dans la pépinière départementale de vignes annexée à la station agronomique de Vaucluse, des galles phylloxériques ont apparu cette année, il y a un mois environ, sur les feuilles de l'*Oporto* (tribu des *Cordifolia*).

» En ouvrant quelques-unes de ces galles, j'ai remarqué dans la cavité, outre la pondeuse ordinaire et ses œufs, de petits points d'un rouge vif qui ont fortement attiré mon attention. Ces points sont dus à la présence d'un animal autre que le Phylloxera; en voici la description sommaire.

» *Acarien du genre Trombidium.* — Aptère hexapode de corps ovoïdo-sphérique, d'un rouge vermillon, d'une longueur moyenne, inférieure de moitié au moins à celle d'un Phylloxera gallicole adulte. Peau mince, fragile, avec plissements onduleux très délicats. Tête arrondie, non distincte du thorax. Deux ocelles ronds. Bouche en trompe courte, charnue, non articulée, constituant un rostre muni de deux chélicères terminés en griffe. Les pattes à six articles, le dernier avec deux ongles charnus. Pas d'organes sexuels. A ces caractères, on reconnaît la larve d'un Acarien du genre *Trombidium.* Nous ignorons de quelle espèce d'individus sexués il représente la larve.

» On a déjà signalé deux Acariens, le *Thyroglyphus Phylloxeræ* et l'*Hoplophora arctata*, comme ennemis du Phylloxera des racines, mais aucun parmi les ennemis du Phylloxera des galles.

» *Rapports de l'Acarien avec le Phylloxera.* — On rencontre quelquefois dans la même galle deux, trois, quatre et même cinq de ces animaux à divers états de grosseur; le plus souvent il n'y en a qu'un ou deux. Quand on ouvre la galle, on les trouve attachés aux flancs ou au ventre de la pondeuse ou des pondeuses; aussi les enlève-t-on facilement avec celles-ci. A ce moment, les petits, très vifs et très agiles, s'échappent souvent. Les gros adhèrent au corps du Phylloxera. Sous le microscope, on voit l'animal, la trompe appuyée sur le corps de la pondeuse, s'y cramponnant avec ses ongles et agitant les pattes de temps en temps. Le véritable moyen par lequel il se fixe à la proie est l'usage de ses mandibules ou chélicères comme pinces. En effet, ces organes restent immobiles pendant des heures entières, malgré les contorsions de la victime. Nous ne savons pas encore la conformation intérieure de la trompe; elle agit certainement comme

appareil de succion. On n'a pas remarqué que l'animal mangeât les œufs. On l'a vu sous le microscope en rouler un entre ses pattes antérieures, agiter ses chélicères, mais sans les fixer. Le fait est à étudier de nouveau. Les jeunes Phylloxeras, après l'éclosion, semblent lui échapper facilement, sans doute à cause de leur agilité. Cependant nous en avons trouvé quelquefois à l'état de cadavres en vidant la galle. Il recherche de préférence le corps de la pondeuse, qui offre une proie abondante presque immobile.

» Un fait qui paraît lié à l'action destructive de l'Acarien est la présence, dans certaines galles encore très fraîches sur des feuilles robustes, d'un petit corps noir, arrondi en boules, dur, isolé dans la cavité parfaitement nette de la galle. Ce corps noir, examiné au microscope, présente les formes d'un Phylloxera adulte desséché. C'est le cadavre de la pondeuse atteinte par son ennemi avant la ponte. On sait d'ailleurs que les galles abandonnées renferment toujours une poussière formée de débris d'œufs.

» *Localisation de l'Acarien.* — On ne trouve pas l'Acarien dans toutes les galles d'une même feuille. On le rencontre surtout dans les grosses galles des feuilles anciennes. Les petites galles des jeunes feuilles ne le renferment jamais. L'entrée de ces dernières galles est d'ailleurs difficile d'accès, étroite et garnie de gros poils piquants. Dans les grosses galles, au contraire, l'ouverture est large et praticable.

» L'*Oporto* est le seul cépage de la pépinière qui ait, cette année, présenté des galles. Ses racines sont exemptes du Phylloxera et de l'Acarien rouge. Nous ne savons pas s'il s'attaque aussi aux radicicoles. Plusieurs cépages chargés en ce moment de Phylloxeras radicicoles ne portent pas l'ennemi du gallicole.

» L'an dernier, le *Vialla* et le *Taylor*, de la tribu des *Cordifolia* comme l'*Oporto*, étaient couverts de galles. On n'y a pas remarqué cet animal. Ces plants, aussi bien que l'*Oporto* aujourd'hui, étaient très vigoureux malgré leurs nombreuses galles. »

GÉOLOGIE. — *Le zinc : son existence à l'état de diffusion complète dans toutes les roches de la formation primordiale et dans les eaux des mers de tous les âges.* Mémoire de M. **L. Dieulafait**, présenté par M. Berthelot. (Extrait par l'auteur.)

« Résumé et conclusions. — *Zinc dans la formation primordiale.* — Le zinc existe à l'état de dissémination complète dans toutes les roches de la

formation primordiale. J'ai examiné sept cent quatorze échantillons systématiquement répartis dans toute son épaisseur, et embrassant en surface l'Europe occidentale, la Toscane, la Corse et le nord de l'Algérie. Le plus grand nombre de ces roches m'ont donné du zinc parfaitement reconnaissable avec un poids de 50^{gr}; toutes m'en ont donné avec un poids de 100^{gr}.

» *Zinc dans les terrains sédimentaires inférieurs.* — J'ai examiné cent cinquante-cinq échantillons de schistes lustrés, d'âge paléozoïque, mais non fossilifères : tous m'ont donné du zinc avec 50^{gr} de roche. J'ai examiné cinq cent soixante dix-neuf échantillons appartenant aux terrains fossilifères inférieurs (silurien, dévonien, carbonifère et permien) : tous m'ont fourni du zinc parfaitement reconnaissable avec 50^{gr} de roche; mais, toutes les fois que j'opérais sur des schistes sulfurés (schistes houillers en particulier), j'ai toujours pu reconnaître le zinc avec des poids de roches qui parfois n'ont pas dépassé 5^{gr}.

» *Zinc dans les mers.* — Le zinc n'a jamais été reconnu, ni même, je crois, cherché directement dans les eaux des mers modernes. Forchhammer l'a seulement signalé dans les cendres de deux plantes de la mer du Nord. J'ai pu facilement reconnaître d'une manière directe le zinc dans 50^{cc} des dernières eaux mères des marais salants du midi de la France. En ne tenant compte que du zinc dissous dans les eaux mères, les eaux de la Méditerranée à l'état normal contiennent au moins $0^{gr},002$ de zinc par mètre cube; mais ce n'est là qu'un minimum.

» *Zinc dans les boues des estuaires marins.* — Les boues des marais salants (Rognac, Berre, Martigues, Giraud), des estuaires isolés, complètement ou incomplètement desséchés (Lavalduc, l'Olivier, Pourra, l'Estomac, Citis), des estuaires communiquant encore avec la mer (Aléria en Corse, du Gloria, etc.), contiennent du zinc parfaitement reconnaissable avec 50^{gr} de boues desséchées et souvent avec un poids beaucoup moindre.

» *Zinc dans les dépôts salifères et certains dépôts dolomitiques.* — Les dépôts salifères de tous les âges sont, pour moi, de véritables dépôts d'estuaires; je les ai donc étudiés tout spécialement. J'ai examiné cent vingt-huit échantillons de cargneules appartenant en grande partie au trias supérieur, recueillies (toutes par moi-même) depuis Bex (Suisse) jusqu'à Nice et de Nice jusqu'à Rodez. Tous ces échantillons m'ont fourni du zinc bien reconnaissable avec 50^{gr} de roche et souvent avec une quantité dix fois plus faible. Il en a été de même pour les roches dolomitiques de ces étages inférieurs.

» *Origine des minerais de zinc.* — Le zinc existe dans la nature à l'état de

sulfure, de carbonate et de silicate. Le *zinc sulfuré* se trouve dans la formation primordiale, mais surtout au contact de cette dernière avec les terrains sédimentaires. Le *zinc carbonaté* est presque toujours intercalé dans des terrains sédimentaires d'âges bien définis. Les minerais si riches de la Belgique et de la Vieille-Montagne sont dans le terrain carbonifère; ceux de la Silésie, plus riches encore, sont en plein trias. En rappelant ce qui a été établi, la concentration du zinc dans les schistes carbonifères et dans les horizons salifères du trias, on se trouve naturellement amené à cette conclusion que le zinc aujourd'hui réuni dans ses gisements a été extrait des roches primordiales par l'action des eaux marines, s'est concentré une première fois dans des dépôts d'estuaires où il a été repris plus tard par des eaux qui l'ont redissous et transporté ailleurs à l'état plus ou moins pur, et sous forme de sulfure si l'eau n'était pas oxygénée, sous forme de carbonate si l'eau était de l'eau atmosphérique.

» *Groupe des minerais métallifères à gangue de sulfate de baryte.* — A l'heure actuelle, j'ai démontré que les roches de la formation primordiale renfermaient, à l'état de dissémination complète, la lithine, la strontiane, la baryte, le zinc, le manganèse et le cuivre; je démontrerai très prochainement qu'il en est de même pour le plomb. Enfin, j'ai fait voir que ces substances se concentraient dans des dépôts vaseux toujours sulfurés. Que de l'eau tenant en dissolution de l'oxygène et de l'acide carbonique agisse sur ces dépôts, les substances qui nous occupent vont subir une série de transformations jusqu'à ce que chacune d'elles ait atteint son état d'équilibre moléculaire le plus complet. Mais, pour chaque corps, cette combinaison est loin d'être la même : pour le strontium et surtout le baryum, c'est le sulfate; pour le manganèse, ce sont des oxydes dont l'évolution ultime correspond au bioxyde; pour le plomb, c'est le sulfure; pour le zinc et le cuivre, c'est le sulfure ou le carbonate, suivant la quantité d'air qui arrivera. D'un autre côté, ces transformations s'effectueront, pour chaque corps, en des temps très différents. Dès lors, *malgré un point de départ commun*, il y aura *séparation* plus ou moins complète et *dépôt* de chaque substance *souvent à des distances très considérables*. Mais la baryte amenée, comme les autres combinaisons, à l'état de sulfure dans les dépôts marins a été, comme eux aussi, reprise par les eaux aérées; seulement, le sulfure de baryum marchant vers une combinaison définitive *toujours la même*, le sulfate s'est déposé sous cette dernière forme dans toute la longueur du parcours suivi par les eaux, aussi bien, par conséquent, avec les minerais métallifères les plus variés (sulfures, oxydes, carbonates, etc.)

que dans les intervalles stériles laissés entre eux par les différents minerais. Voilà pourquoi les minerais de toute une classe sont toujours accompagnés par le sulfate de baryte, et voilà pourquoi, réciproquement, « ... on ne » rencontre que rarement un filon riche en baryte sulfatée sans minerais » métalliques » (DUFRESNOY, *Traité de Minéralogie*, t. II, p. 263).

» Une conséquence d'un autre ordre ressort encore de cette première partie de mes recherches : c'est que les minerais à gangue barytique ne sont séparés de la formation primordiale que par une seule évolution (ceux qui ont été repris n'ont pas été suivis par le sulfate de baryte); ils renferment donc, à côté du métal principal, des traces des autres métaux rares qui les accompagnent dans les roches primordiales. Voilà pourquoi les trois métaux nouveaux, le thallium, l'indium et le gallium, ont été rencontrés dans des minerais à gangue barytique. J'irai plus loin encore : ce n'est pas dans les minerais à gangue barytique qu'il faut chercher des métaux nouveaux, c'est dans les minerais qui n'ont pas éprouvé de modifications ou au moins de déplacements et de triages notables; c'est aux schistes cuivreux du Mansfeld, de la Russie et de la Bolivie qu'il faut s'adresser. Si l'idée qui domine toutes mes recherches est vraie, on trouvera dans ces schistes non seulement le cœsium, le rubidium, le thallium, l'indium et le gallium, mais très probablement d'autres métaux absolument inconnus. »

GÉOLOGIE. — *Sur le terrain crétacé du Sahara septentrional.* Note de M. G. **ROLLAND**, présentée par M. Delesse.

« L'itinéraire de la mission transsaharienne dont j'étais membre m'a permis, entre Laghouat, El Goleah et Ouargla, d'étudier le terrain crétacé du Sahara septentrional. J'ai constaté que le plateau crétacé du Mzab se prolonge vers le sud jusqu'au delà d'El Goleah ; que cette formation figure au centre du Sahara algérien un grand bombement, dont l'axe est environ nord-sud et plonge au sud ; que ses couches appartiennent à un même système stratigraphique, et équivalent, comme âge géologique, aux étages turonien et cénomanien.

» On sait que le Sahara septentrional est généralement rocheux et parfois accidenté. Le terrain crétacé y constitue des *hamada*, ou plateaux élevés, en calcaire dur, nu et poli par les sables, sans eau, s'étendant sur des espaces immenses. Les couches sont très faiblement inclinées; elles pré-

sentent en grand de larges ondulations, accompagnées de fractures. Certaines régions sont découpées, suivant le plongement des strates, par des réseaux de ravines enchevêtrées : tel est le plateau du Mzab et de Metlili, qui a été décrit par M. Ville. J'ai pu l'explorer à l'ouest et au sud de la région déjà connue. J'ai vérifié qu'il se poursuivait vers le sud jusqu'à El Goleah. A une journée au delà, au retrécissement des grandes dunes, j'ai constaté, du sommet du Guern el Chouf, que la hamada calcaire se continue à perte de vue avec les mêmes caractères : elle doit se poursuivre, par le Djebel Baten, jusqu'à l'escarpement d'In Salah.

» Du Mzab à El Goleah, le plongement du plateau crétacé est au sud-est, ainsi que la pente des vallées. Vers l'ouest du Mzab, le plateau se termine brusquement à l'El-Loua par un grand escarpement, qui règne sur plus de 100^{km} du nord au sud. A la hauteur de Metlili, cet escarpement, avec les terrasses d'alluvion étagées sur ses flancs, domine d'environ 200^{m} le bas-fond de l'Oued Loua et l'immense plaine d'atterrissement qui s'élève vers l'ouest jusqu'à la base de l'Atlas Oranais. Plus au sud, sur 150^{km}, il n'y a plus d'escarpement limite : le plateau plonge d'une part à l'est, d'autre part à l'ouest ; de ce côté, il disparaît bientôt sous les grandes dunes de sable. A El Goleah, l'escarpement reparaît, dominant l'oasis et la sebka.

» J'ai été amené ainsi à admettre que les couches crétacées formaient au centre du Sahara algérien un bombement, dont l'axe avait une direction environ nord-sud et une pente sud. Dhayet Bou Faqroun, à la clef de voûte, est une cassure entr'ouverte. A l'El Loua, cassure beaucoup plus grande ; le bord ouest n'apparaît pas, et il y a peut-être faille. A l'est du bombement, le crétacé plonge sous les alluvions quaternaires de l'Oued Rhir, puis, réapparaissant au delà des dunes du Souf, constitue les immenses hamada du sud de la Tunisie et de la Tripolitaine. A l'ouest, il s'infléchit également sous les atterrissements de l'Oued Guir, et, d'après M. Pomel, doit se prolonger à travers le Maroc et le bassin de l'Oued Dra jusqu'à l'océan Atlantique.

» La crête du bombement forme le faîte principal de séparation des eaux du Sahara algérien; elle délimite le bassin oriental de l'Oued Rhir et le bassin occidental de l'Oued Guir. Cette ligne de démarcation se continue vers le sud : l'escarpement d'El Goleah se relie, par une courbe tournant sa convexité vers l'ouest, à l'escarpement d'In Salah. Les couches crétacées tournent graduellement, dessinant la grande cuvette de l'Oued Rhir; au sud, elles plongent vers le nord, et reposent directement sur les couches dévoniennes à Timassinin ; les hamada crétacés de Tinghert et d'Eguelé se fondent ensuite vers l'est dans l'immense Hamada el Homra.

» Les coupes d'El Loua, du Mzab et d'El Goleah m'ont semblé équivalentes stratigraphiquement : ce qui est confirmé par des considérations paléontologiques. Dans la région de Goleah, de nombreux fossiles ont été découverts. Ils ont été soumis à MM. Bayle et Douvillé, ainsi qu'à MM. Cotteau et Péron. De ce premier examen ressort une correspondance intéressante entre la faune d'El Goleah et la faune des étages cénomanien et turonien du sud de Bou Saada, de Batna, etc. L'escarpement et les gours d'El Goleah comprennent une corniche calcaire de 12^m et un talus marneux de 60^m; dans les calcaires supérieurs, j'ai trouvé l'*Ostrea flabellata*, l'*Ostrea africana*, le *Rhabdocidaris Pouyannei*, la *Janira æquicostata*, le *Strombus Mermeti*, etc. Le plateau qui couronne l'escarpement est en calcaire dur et poli; j'y ai recueilli un *Sphærulite* et des *Ammonites*. Le Gour Ouargla, à une journée au sud-est de Goleah, repose sur ce plateau; il est calcaire et a 60^m; il possède un niveau à *Cyphosoma*, *Sphærulites syriacus*, etc. A deux journées au sud-est de Goleah, à Mechgarden, le même plateau offre une découpure de 35^m, où les marnes dominent, et où j'ai trouvé l'*Hemiaster Pseudofourneli*, l'*H. Zitteli*, la *Plicatula auressensis*, une *Ostrea* sans doute nouvelle, etc. Les bancs calcaires supérieurs renferment des *Sphærulites*, etc.

» Ainsi les escarpements d'El Goleah et de Mechgarden sont cénomaniens; le plateau supérieur, ainsi que le Gour Ouargla et autres gours superposés, sont turoniens. Au Mzab, mêmes étages; M. Thomas a découvert dans les calcaires marneux inférieurs des fossiles cénomaniens; M. Durand a trouvé des rudistes à la base des calcaires dolomitiques du plateau.

» Le crétacé du Sahara algérien n'offre donc qu'un seul système de couches, savoir : une croûte turonienne calcaire constituant le plateau et recouvrant des marnes et calcaires cénomaniens. Cette conclusion peut être étendue au crétacé de tout le Sahara septentrional. Les fossiles recueillis par Barth, Overweg, Bou Derba, Bussetil, Duveyrier, Vatonne, indiquent, d'après M. Pomel, « l'étage de la craie chloritée et un horizon un peu plus » élevé paraissant représenter la craie tuffeau et la craie des Charentes. » Ajoutons que des couches supérieures au turonien semblent exister dans la partie orientale de la Hamada el Homra. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la découverte de Mammifères nouveaux dans les dépôts de phosphate de chaux du Quercy.* Note de M. **H. Filhol**, présentée par M. A. Milne Edwards.

« L'exploitation des gisements de phosphate de chaux du Quercy permet de découvrir tous les jours de nombreux débris de Vertébrés ayant vécu à l'époque éocène supérieure. Plusieurs des ossements trouvés durant ces derniers temps m'ont paru provenir de Mammifères encore inconnus, et j'appellerai l'attention de l'Académie sur les plus intéressantes de ces nouvelles formes animales.

» *Insectivores.* — Une tête complète, qui m'a été remise par M. Rossignol, provient d'un Insectivore offrant des caractères intermédiaires à ceux des *Erinaceus* et des *Gymnurus*. La formule dentaire supérieure était : inc., 3; can., 1; prém., 4; mol., 3. La longueur de la série dentaire en arrière de la canine était de 0,022. Les prémolaires augmentaient de volume d'avant en arrière. La première et la deuxième avaient deux racines. Les deux premières molaires rappelaient les dents correspondantes du *Gymnurus*, mais la troisième était différente, par suite de l'absence de talon. Je désignerai par le nom de *Cayluxotherium elegans* cet Insectivore, qui devra être placé, dans le cadre de nos classifications, à côté du *Palæoerinaceus*.

» *Carnassiers.* — M. Rossignol m'a également communiqué un maxillaire inférieur provenant d'un Carnassier à prémolaires très étranges. Ces dents énormes avaient une forme semblable à celle des prémolaires des *Dasyures*; seulement, à l'inverse de ce qui a lieu sur ce Carnassier, elles allaient en diminuant de volume d'avant en arrière. La carnassière était tricuspide à son lobe antérieur et usée à la manière de la dent correspondante du *Hyænodon*. Sa forme, ainsi que celle des deux tuberculeuses, rappelait beaucoup la disposition que l'on observe sur les *Cynohyænodon*, à côté desquels notre Carnassier nouveau devra prendre place. Je le désignerai par le nom de *Quercytherium tenebrosum*.

» Je signalerai sous le nom de *Palæoprionodon Lamandini* une petite Mustélidée très voisine des *Prionodon* qui vivent actuellement dans l'Inde. La pointe interne de la carnassière était plus accusée sur notre fossile.

» *Pachydermes.* — J'ai eu des gisements de Caylux un maxillaire inférieur de Pachyderme à dents en série continue. Les molaires étaient semblables par leur élément antérieur à celles des *Anoplotherium*, mais elles doivent

être distinguées des dents de ces derniers animaux par leur deuxième lobe, constituant une crête transversale presque semblable à celle qui existe sur le deuxième lobe des molaires des *Pachynolophus*. L'étendue de la série des prémolaires inférieures de ce Pachyderme, que je propose d'appeler *Mesotherium mirabile*, était de 0,096. La dernière dent en série avait un troisième lobe.

» Je désignerai par le nom de *Mixtotherium cuspidatum* un Pachyderme de plus petite taille à dents en série continue. Au maxillaire supérieur, il existait une forte canine. Les molaires supérieures à cinq pointes aiguës, dont trois antérieures, avaient leur second lobe très réduit, et les mamelons internes, fortement creusés en dehors, étaient séparés l'un de l'autre par une épaisse saillie d'émail. L'étendue des molaires supérieures était de 0,032. La portion du crâne que je possède présente une crête sagittale énorme, plus détachée que sur aucun Carnassier connu.

» Un autre Pachyderme à dents en série continue m'a paru également devoir être rapporté à un genre nouveau. Le *Plesydacrytherium elegans* avait des dents supérieures semblables à celles des *Dacrytherium*, mais on ne trouvait pas, comme sur ces derniers, en avant de l'orbite une large cavité constituant un larmier. L'espace occupé par les molaires supérieures et les deux dernières prémolaires mesure 0,038.

» *Lémuriens.* — Je rapporterai au genre *Necrolemur* une nouvelle espèce de Lémuriens. Le *Necrolemur Edwardsi* (*spec. nov.*) se différenciait du *Necrolemur antiquus* par l'étendue presque double de la série de ses molaires inférieures, alors que la hauteur du corps du maxillaire était à 1^{mm} près la même au-dessous de la première molaire.

» *Edentés.* — L'étude de quelques métacarpiens trouvés à Limogne m'a permis de découvrir l'existence ancienne d'un nouveau genre d'Édenté. L'animal dont proviennent les os qui m'ont été remis avait une taille puissante, car son troisième métacarpien mesure 0,180 de longueur. La forme des extrémités articulaires inférieures est semblable à celle des extrémités inférieures des métacarpiens du *Macrotherium giganteum*, mais les surfaces carpiennes sont absolument différentes. Le premier doigt paraît ne pas avoir existé. Le troisième métacarpien s'articulait avec le grand os et peut être avec le trapézoïde.

» Je nommerai le genre nouveau dont proviennent les pièces que je viens de signaler *Limognitherium ingens*. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la transmissibilité de la tuberculose par le lait.* Note de M. F. PEUCH, présentée par M. Bouley.

« Afin d'éclairer la question si controversée de la transmissibilité de la tuberculose par le lait, j'ai institué les expériences suivantes. Ayant reconnu l'existence de la phtisie sur une vache vendue pour la boucherie et qui donnait encore 3^{lit} à 4^{lit} de lait par jour, je fis consommer le lait de cette vache par deux porcelets et deux lapins dans les conditions indiquées ci-après.

» D'une part, le 25 novembre dernier, trois porcelets âgés de deux mois, issus de la même truie, furent répartis en deux lots, l'un composé de deux animaux, n°s 1 et 2, et l'autre formé par un seul, classé sous le n° 3 et conservé comme témoin. La nourriture de ces porcs consistait en barbotages préparés avec du son et de la farine d'orge d'excellente qualité; en outre, matin et soir, on présentait aux porcs n°s 1 et 2 le lait tel qu'on venait de l'extraire du pis de la vache phtisique, et ces animaux le buvaient ensemble avec la plus grande avidité.

» D'autre part, le 5 décembre, on adjoignit à ces porcelets trois lapins âgés de deux mois, provenant de la même portée, divisés en deux lots : l'un composé de deux animaux, n°s 1 et 2, et l'autre d'un seul, n° 3, conservé comme témoin. Ces deux lots de lapins, placés dans une caisse divisée en deux compartiments par une cloison complète, furent nourris avec de la luzerne et de l'avoine; de plus, dans le compartiment occupé par les lapins n°s 1 et 2, on mit chaque jour une écuelle contenant $0^{lit},25$ du lait de vache phtisique. Au bout de deux ou trois jours, les lapins se mirent à boire le lait qu'on leur servait, et chaque matin l'écuelle était vide.

» Le 29 décembre, soit trente-cinq jours après le commencement de l'expérience, on sacrifie le porc n° 1; j'estime qu'il avait bu environ 55^{lit} de lait, soit un peu plus de $1^{lit},5$ par jour. L'autopsie ne montre aucune lésion dans les viscères digestifs; l'intestin, ouvert dans toute son étendue, ne présente point de granulations tuberculeuses; les ganglions mésentériques et gastriques sont sains; il en est de même du foie, de la rate et des reins. Dans le lobe droit du poumon, immédiatement sous la plèvre, je trouve deux granulations de la grosseur d'un grain de mil, grisâtres, demi-transparentes, qui, examinées au microscope, présentent tous les caractères du tubercule; dans le lobe gauche, il existe trois autres granulations identiques aux précédentes.

» Au bout de cinquante-deux jours, on tue le lapin n° 1, qui a bu pendant ce temps 6^{lit} de lait, et l'autopsie montre deux granulations tuberculeuses sous la muqueuse de l'iléon, sans aucune autre lésion.

» Le porc n° 2 est égorgé le 1er mars, c'est-à-dire après quatre-vingt-treize jours. Cet animal a bu 276^{lit} de lait, soit près de 3^{lit} par jour. Il est gros et gras. A l'autopsie, on trouve dans le foie une grande quantité de granulations tuberculeuses, jaunâtres et molles, disséminées irrégulièrement à la surface et dans l'intérieur de cet organe. Indépendamment de ces granulations tuberculeuses, on rencontre çà et là, sous l'enveloppe du foie, quelques vésicules de la grosseur d'un grain de chènevis, contenant un liquide albumineux et transparent, et l'examen microscopique démontre que ces vésicules ne sont autre chose que des vers cystiques naissants, n'ayant encore ni ventouses bien dessinées ni crochets. Nombreuses granulations tuberculeuses dans l'intestin grêle; ulcérations tuberculeuses sur la principale plaque de Peyer. Les ganglions mésentériques et gastriques sont hypertrophiés et présentent sur leur coupe quelques points jaunâtres, tuberculeux. Les ganglions sous-maxillaires ont acquis le volume d'un œuf de poule, et leur tissu est parsemé de traînées jaunâtres, sinueuses, simples ou ramifiées, formées par des granulations tuberculeuses, confluentes. A la surface du poumon, on trouve quelques nodules tuberculeux disséminés çà et là sous la plèvre, principalement vers la face diaphragmatique; en outre, près du bord inférieur du poumon, plusieurs granulations se sont réunies pour former une masse jaunâtre, lenticulaire, entourée d'une auréole inflammatoire.

» Le porc n° 3, témoin, est sacrifié également le 1er mars, et l'autopsie en est faite parallèlement à celle du n° 2. Or on trouve, vers la partie terminale de l'iléon et sous la muqueuse, une granulation tuberculeuse nettement caractérisée et une autre granulation de même nature à la surface du foie. Les ganglions mésentériques et gastriques, examinés avec le plus grand soin, n'offrent aucune altération; il en est de même des ganglions sous-maxillaires. Dans le poumon, on trouve quatre granulations tuberculeuses, demi-transparentes. Tous les autres organes sont parfaitement sains.

» La vache phtisique qui fournissait le lait ayant été abattue le 26 février, l'autopsie a confirmé de la manière la plus complète le diagnostic établi du vivant de l'animal : les lésions étaient très accusées dans le poumon et les plèvres, le foie et les ganglions.

» Le lapin n° 2, qui avait bu du lait de cette bête d'abord pendant cinquante-deux jours en commun avec son frère, le n° 1, consomma ensuite

à lui tout seul les $0^{lit},25$ de lait que l'on plaçait chaque jour dans son écuelle jusqu'au 26 février, soit pendant trente jours, et j'estime qu'en quatre-vingt-deux jours il a bu $14^{lit},25$ de lait. Vers le 15 mars, cet animal, jusque-là très vigoureux et en bon état de chair, commença à maigrir, et, tandis que le lapin n° 3, témoin, placé dans le compartiment voisin, broutait la luzerne et mangeait bien son avoine, le n° 2 y touchait à peine. Bientôt il fut atteint d'une diarrhée abondante et réduit au dernier degré d'étisie. Enfin, le 14 avril, cent trente jours après le commencement de l'expérience, je le trouvai mort dans sa loge. L'autopsie dévoile les lésions suivantes : très nombreuses granulations tuberculeuses dans l'intestin, principalement à la partie terminale de l'iléon, où elles forment, par leur confluence, des amas de la grosseur d'un pois; ulcérations sur les plaques de Peyer; ganglions mésentériques, gastriques, bronchiques et sous-maxillaires hypertrophiés et parsemés de granulations tuberculeuses; tubercules à la surface des reins; quelques fines granulations tuberculeuses à la surface du foie et de la rate; multitude innombrable de tubercules dans le poumon qui est littéralement farci de ces productions morbides. Par contre, l'autopsie du lapin témoin, pratiquée sur-le-champ, ne montre absolument aucune lésion soit dans l'appareil digestif, soit dans le poumon ou le système ganglionnaire.

» Cette expérience sur le lapin a donné des résultats d'une remarquable netteté. Il n'en a pas été de même dans l'expérience faite sur le porc : les circonstances ne m'ayant pas toujours permis de surveiller moi-même la distribution du lait, on a mis quelquefois la nourriture du porc témoin dans la sébile qui avait contenu le lait de la vache phtisique, et les lésions constatées sur le porc n° 2 me paraissent résulter de cette cause, tandis que l'absence complète de lésions sur le lapin n° 3 s'explique par ce fait que le vase dans lequel on présentait le lait aux lapins n°s 1 et 2 n'a jamais été employé que pour ce seul usage et pour ces seuls animaux.

» En résumé, les faits précédents démontrent que la phtisie est transmissible par le lait tel qu'il est extrait de la vache. Il restera à rechercher si ce liquide perd ses propriétés contagieuses quand on le soumet à l'ébullition : c'est ce que j'établirai par de nouvelles expériences. »

M. **Bouley**, après avoir donné le sommaire de cette Communication, met sous les yeux de l'Académie un flacon contenant des fragments de poumon, de foie, de rate, de centre phrénique du diaphragme, de ganglions bronchiques et sous-maxillaires provenant d'un porc de cinq

mois, tué soixante-sept jours après une inoculation de 2^{cc} de jus de viande, exprimé avec la presse du commerce, d'un fragment des muscles ischio-tibiaux de la vache tuberculeuse dont il est question dans la Note de M. Peuch. Cette expérience a été faite à Toulouse par M. Toussain, de l'École vétérinaire, dont l'Académie a déjà récompensé les travaux. L'examen des pièces contenues dans ce flacon fait voir des lésions tuber culeuses à un degré très avancé.

« J'ai pensé, dit M. Bouley, que ces faits, démonstratifs incontestablement de la transmission de la tuberculose de la vache par l'usage alimentaire du lait *non bouilli* et par l'inoculation du jus de viande *crue*, ne devaient pas demeurer cachés. Ils ne sont pas uniques, du reste. Déjà, en Allemagne, des expériences de même ordre ont été faites et ont donné des résultats identiques, auxquels on ne semble pas avoir attaché une importance suffisante.

» Le danger est donc réel, et il est bon que le public en soit prévenu pour qu'on se mette en garde, à une époque surtout où l'usage alimentaire de la viande *crue* est assez souvent prescrit pour remédier aux anémies.

» Il ressort de ces faits que, dans les abattoirs, l'inspection doit se montrer rigoureuse à l'endroit des vaches phtisiques, et qu'il serait prudent de ne faire usage que du lait *bouilli*, surtout pour l'alimentation des jeunes enfants, quand on n'est pas sûr de la source dont il provient. La cuisson, qui éteint la vie cellulaire comme celle des parasites, doit rendre en effet inoffensifs et le lait et la viande. C'est ce qui doit rassurer sur l'usage des viandes que consomme l'armée. Il n'est pas rare que les animaux d'où ces viandes proviennent soient affectés de tuberculose; mais la cuisson extrême à laquelle elles sont soumises éteint nécessairement en elles toute propriété nocive, au point de vue de la contagion. »

M. Larrey présente les remarques suivantes sur le même sujet.

« Je désire soumettre une observation à l'Académie relativement aux intéressantes recherches de M. Peuch *sur la transmissibilité de la tuberculose par le lait* non bouilli et aux judicieuses remarques de M. Bouley sur les dangers d'une pareille alimentation, démontrés aussi par l'inoculation du jus de viande crue. Il est utile, en effet, d'avertir le public de la possibilité des accidents de la tuberculose non seulement par le lait, mais

encore par la viande des vaches mortes de phtisie, mais il serait regrettable de répandre l'alarme en exagérant un avis salutaire.

» L'examen attentif des animaux malades ou suspectés de l'être et les précautions prophylactiques de la transmission morbide doivent être cependant recommandés.

» On a soin, par exemple, dans l'armée, d'assurer le plus possible la cuisson complète de la viande de boucherie, pour la préserver de toute altération, dont elle conserverait les germes si elle était moins cuite.

» Cette précaution doit s'appliquer surtout à la viande de charcuterie, qui, mal ou trop peu cuite, peut produire, par exemple, la trichinose, dont on a tant parlé dans ces dernières années.

» J'en dirai autant de la mauvaise viande de porc en particulier, qui peut produire le tænia, comme on l'a constaté, notamment lors de l'expédition du Mexique, sur bon nombre d'hommes d'un bataillon de chasseurs, ayant fait abus de ce genre de nourriture.

» J'ajouterai enfin que la bonne qualité de la viande importe essentiellement à l'alimentation, aujourd'hui surtout, et en voici la raison : l'anémie, beaucoup plus fréquente et mieux observée qu'autrefois, oblige les médecins à prescrire aux malades anémiques un régime reconstituant dont la viande crue est souvent la base; c'est pourquoi il importe, pour un tel régime, que le choix de cette viande soit fait avec soin, afin de prévenir de telles maladies, de même que le choix et la cuisson du lait, pour prévenir la tuberculose. »

M. **H. Mangon** présente, au nom de l'auteur, M. *Wild*, Directeur de l'Observatoire physique central de Russie, un magnifique « Atlas des isothermes de l'année et des mois pour la Russie ». La seconde Partie de l'Ouvrage de M. Wild sur la température de l'air en Russie est sous presse et ne tardera sans doute pas à paraître.

M. **de la Gournerie** présente à l'Académie, de la part de M. *Domenico Tessari*, professeur au Musée industriel italien, le second et dernier fascicule d'un « Traité sur les ombres et le clair-obscur ».

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 juin 1880.

Muséum d'Histoire naturelle. Rapports annuels de MM. les Professeurs et Chefs de service; 1879. Paris, impr. Paul Dupont, 1880; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Lettres et Arts d'Arras; 2e série, t. XI. Arras, impr. Rohard-Courtin, 1880; in-8°.

Annales de la Société linnéenne de Lyon; année 1878, nouvelle série, t. XXV. Lyon, H. Georg; Paris, J.-B. Baillière et fils, 1878; in-8°.

Étude sur les eaux d'Epernay; par E. Robinet. Épernay, typogr. Bonnedame et fils, 1880; br. in-12.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Marseille, par M. F. Morges : *Recherches sur la constitution des sels doubles et sur leur électrolyse thermique.* Marseille, typogr. Barlatier-Feissat, 1880; in 4°.

Etudes des radiations émises par les corps incandescents. Mesure optique des hautes températures; par M. A. Crova. Paris, impr. Gauthier-Villars, 1880; br. in-8°. (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique.*)

Conférence sur le Phylloxera; par le Dr F. Garrigou. Bordeaux, Féret et fils; Toulouse, Gimet, 1880; br. in-8°.

Sur l'amortissement des primes d'assurance sur la vie; par M. G. Fouret. Paris, impr. Gauthier-Villars; br. in-8°. (Extrait du *Journal des Actuaires francais.*)

Pratique journalière de la Chirurgie; par Adolphe Richard. Paris, Germer-Baillière, 1880; in-8°.

Hygiène alimentaire. Moyen de combattre la goutte, le rhumatisme, l'asthme, l'obésité, etc.; par M. Ch. Yves. Evreux, impr. Ch. Hérissey; opuscule in-18. (Deux exemplaires.)

North american fungi. Century I, II. Edited and published by J.-B. Ellis, Newfield, N. J., 1878; printed by S. Chew, Camden N. J.; 2 vol. in-4° sous cartons.

Eighth, ninth and tenth annual Reports of the geological Survey of Indiana made during the years 1876-77-78; *by* E.-T. Cox. Indianapolis, 1879; in-8° relié.

Interpretations of the structure and function of the kidney; by Andrew W. Smyth, M. D., of New-Orleans. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Proceedings of the american Association for the advancement of Science, twenty-seventh meeting held at St-Louis, Missouri, august 1878. Salem, 1879; in-8°.

War department office of the chief signal officer. Daily bulletin of weather-Reports signal-service United States army, etc., for the month of april, may 1877. Washington, Government printing Office, 1879; 2 livr. in-4°.

Astronomical papers prepared for the use of the american ephemeris and nautical Almanac, etc.; vol. I, Part II : *Transformation of Hansen's lunar theory.* Washington, Bureau of navigation, 1880; in-4°.

Reports on telescopic observations of the transit of Mercury; may 5-6, 1878. — *Zones of stars observed at the United States naval Observatory with the meridian circle in the years* 1847, 1848 *and* 1849. — *Tables of instrumental constants and corrections for the reduction of transit observations made at the U. S. naval Observatory.* — *Declinations of fixed stars; by assistant* LEWIS BOSS. — *Zones of stars observed at the United States naval Observatory with the meridian transit instrument in the years* 1846, 1847, 1848 *and* 1849. — *Zones of stars observed at the United States naval Observatory with the mural circle in the years* 1846, 1847, 1848 *and* 1849. Washington, Government printing Office, 1872-1873; 6 vol. in-4°.

Proceedings of the american pharmaceutical Association at the twenty-sixth annual meeting held in Atlanta, Ga., november 1878, *also the constitution, by-laws and roll of members.* Philadelphia, Sherman and C°, 1879; in-8°.

Materiali per la carta geologica della Svizzera, etc.; vol. XVII : *Il canton Ticino meridionale ed i paesi finitimi, spiegazione del foglio XXIV, etc.; per* T. TARAMELLI. Berna, J. Dalp, 1880; in-4°.

Elemente de fisica de E. BACALOGLO. Bucuresci, tipogr. Curtei, 1871; in-8°.

Anatomia descriptiva de N. Kretzulescu; vol. I : *Osteologia, Arthrologia, Miologia.* Bucuresci, tipogr. Carol Göbl, 1878; in-8°.

Charta Romàniei meridionale publicata din ordinea màriei selle princepelui domnitoriu ALESSANDRU JOANNE I. Bucuresci, 1864; carte en 112 feuilles.

Lavori in opera di Scienze naturali del già prof. Michelangelo Poggioli ora pubblicati dall' avvocato Giuseppe suo figlio. Roma, tipogr. delle Scienze matematiche e fisiche, 1880; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

CESARE VIGNA. *Intorno alle diverse influenze della musica sul fisico e sul morale.* Milano, Ricordi; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey et renvoyé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Ensayo sobre el infinito; por A. PORTUONDO. Madrid, impr. Aribau, 1880, in-12°. (Deux exemplaires.)

Ueber Stärkemehl von HANS JORDAN. Stuttgart, A. Müller, 1873; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 JUIN 1880.

M. J. DE LA GOURNERIE. *Expériences pour déterminer la direction des pressions dans les arches biaises.* Paris, impr. Chaix, 1879; opuscule in-8°.

L'Écrevisse, introduction à l'étude de la Zoologie; par TH.-H. HUXLEY. Paris, Germer-Baillière, 1880; in-8°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Propagation à distance des affections et des phénomènes nerveux expressifs; par M. J. RAMBOSSON. Paris, G. Masson, 1880; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

La fumée du tabac. Recherches chimiques et physiologiques; par le Dr G. LE BON. Paris, Asselin, 1880; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Paléontologie française ou description des fossiles de la France; 2e série : Végétaux. Terrain jurassique; liv. 30 : *Conifères ou Aciculariées; par* M. le comte DE SAPORTA. Texte, feuilles 30 à 32, planches LXXIV à LXXIX du t. III, mai 1880. Paris, G. Masson, 1880; in-8°.

La feuille florale et le pistil; par M. D. CLOS. Sans lieu ni date; br. in-8°. Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents; 1880, juin. Paris, Dunod, 1880; in-8°.

Bulletin de la Société zoologique de France pour l'année 1879; 5e et 6e Parties. Séances de novembre et décembre. Paris, au siège de la Société, 7, rue des Grands-Augustins, 1880; in-8°.

Histoire des Coléoptères de France; par le Dr SERIZIAT, précédée d'une *Introduction à l'étude de l'Entomologie; par* M. CH. NAUDIN. Paris, Firmin Didot. (Présenté par le baron Larrey pour le Concours au prix Thore.)

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne; année 1878-1879. Châlons-sur-Marne, A. Denis, 1880; in-8°.

Mesures micrométriques corrigées des étoiles doubles; par O. STRUVE. (Supplément au Vol. IX des *Observations de Poulkova.*) Sans lieu ni date, br. in-4.

Tabulæ quantitatum Besselianarum pro annis 1880 *ad* 1884 *computatæ.* Edidit Otto Struve. Petropoli, 1879; in-8°.

Eleventh annual report of the United States geological and geographical Survey of the territories embracing Idaho and Wyoming being a report of progress of the exploration for the year 1877; *by* F.-V. HAYDEN. Washington, government printing Office, 1879; in-8° relié.

Catalogue of the library of the zoological Society of London. London, W. Clowes and Sons, 1880; in-8°.

Photometric researches; by W. H. PICKERING. Cambridge, John Wilson and Son, 1880; in-8°.

Annual Report upon the Surveys of northern and northwestern lakes and the Missisippi river, in charge of C.-B. COMSTOCK. Washington, government printing Office, 1879; in-8°.

Meteorologia agraria. I guasti arrecati all' agricoltura dall' inverno 1879-80. Nota del prof. G. CANTONI. Milano, tipg. Bernardoni, 1880; br. in-8°.

Navegacion aérea al alcance de los sabios trabajos y observaciones de 1870 *à* 1880*; por* J.-B. DUTHU. Madrid, tipog. G. Estrada, 1880; br. in-8°.

Applicazioni della Geometria descrittiva; Vol. I : *La theoria delle ombre e del chiaro-scuro, dell' ing.* D. TESSARI; fasc. II ed ultimo. Torino, Camilla e Bertolero, 1880; in-8°. (Présenté par M. de la Gournerie.)

Prodromul florei romane sau enumeratiunea plantelor pana asta di cunoscute in Moldava si Valachia de D. BRANDZA; Part I. Bucuresci, tipog. Academiei romane, 1879; in-8°.

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam ; erster Band. Potsdam, 1879; in-4° cart.

Die Temperaturverhältnisse des Russischen Reiches, etc., von H. WILD. Saint-Petersburg, 1880; in-folio. (Présenté par M. Hervé Mangon.)

Repertorium für Meteorologie, herausgegeben von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, redigirt von Dr H. WILD; Band VI, Heft 2. Saint-Petersburg, 1879; in-4°.

Annalen des physikalischen Central-Observatoriums, herausgegeben von H. WILD; Jahrgang 1878, Theil I, II. Saint-Petersburg, 1879; 2 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 17 mai 1880.)

Page 1155, ligne 4, *au lieu de d, lisez dx.*

(Séance du 24 mai 1880.)

Page 1202, ligne 6, ajoutez le facteur α^{m+2i}.

Page 1202, ligne 3 en remontant, *au lieu de* $\left(\frac{x}{1-\alpha}\right)$, *lisez* $\left(\frac{x}{1-\alpha}\right)^n$.

Page 1203, ligne 3, *au lieu de* $\left(\frac{x}{1-\alpha}\right)$, *lisez* $\left(\frac{x}{1-\alpha}\right)^n$.

FIN DU TOME QUATRE-VINGT-DIXIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1880.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME XC.

A

B

C

D

E

F

G

H

N

O

P

R

S

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

E

F

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
Paris. — Quai des Augustins, 55.